

Agence pour l'Énergie Nucléaire

Volume des figures

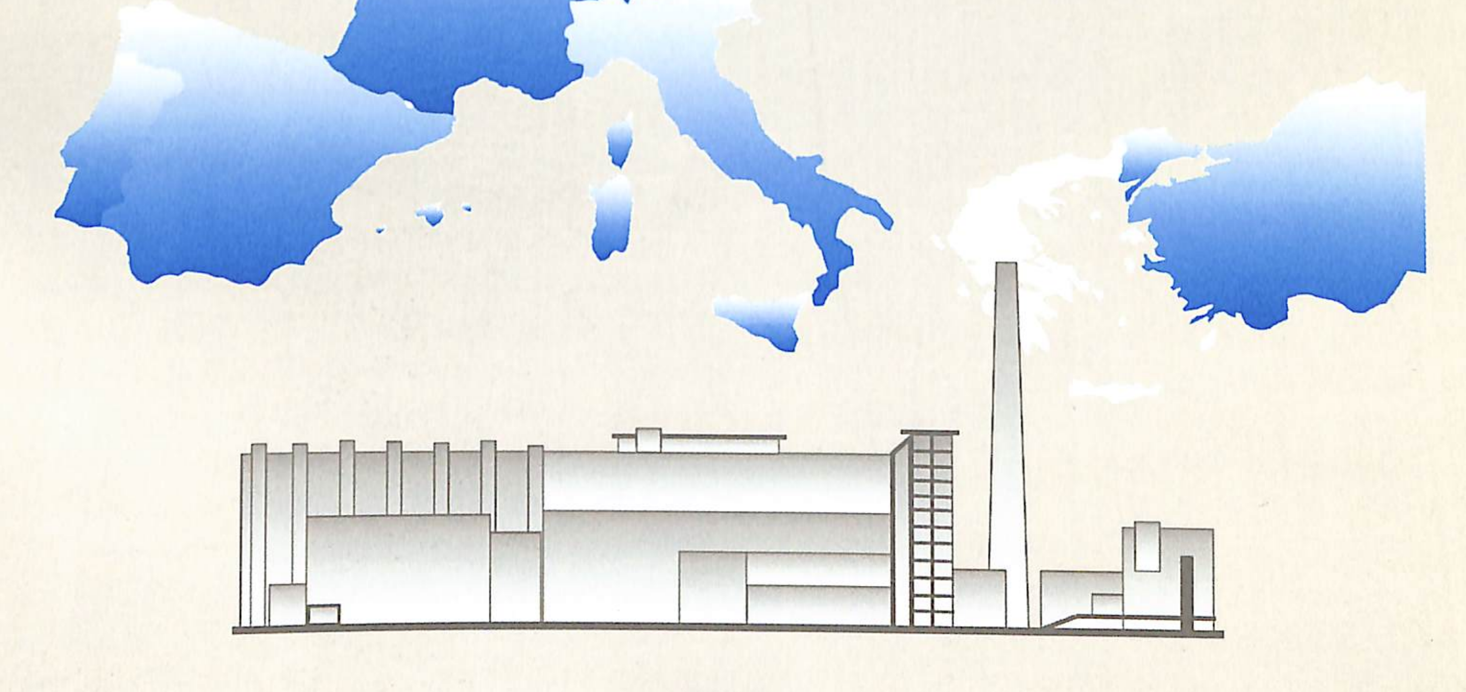
Jean-Marc Wolff

Histoire de la Société EUROCHEMIC

Société européenne pour le traitement chimique des combustibles irradiés

1956-1990

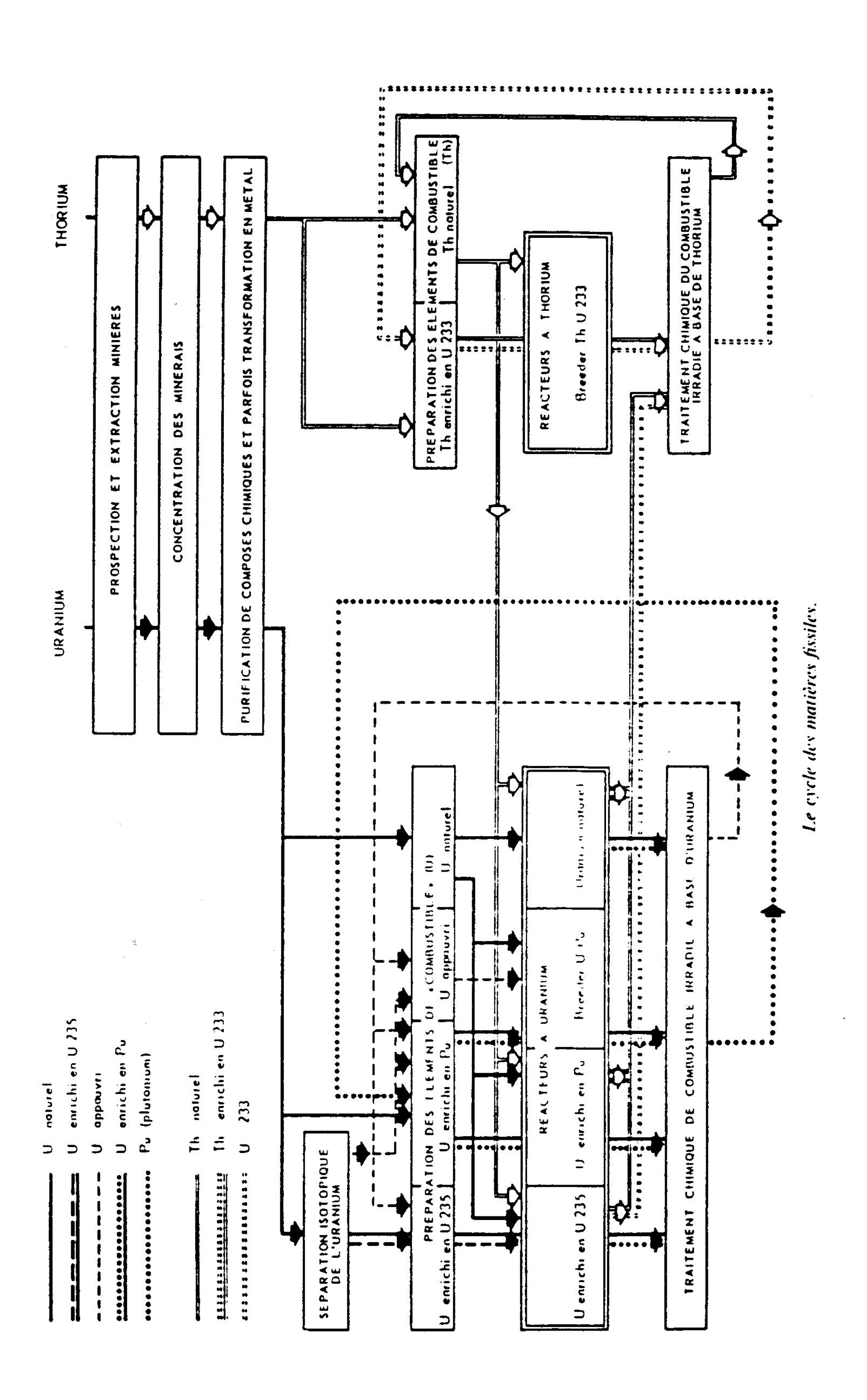
Trente-cinq années de coopération internationale dans le domaine des techniques nucléaires : Du traitement chimique des combustibles irradiés à la gestion des déchets radioactifs





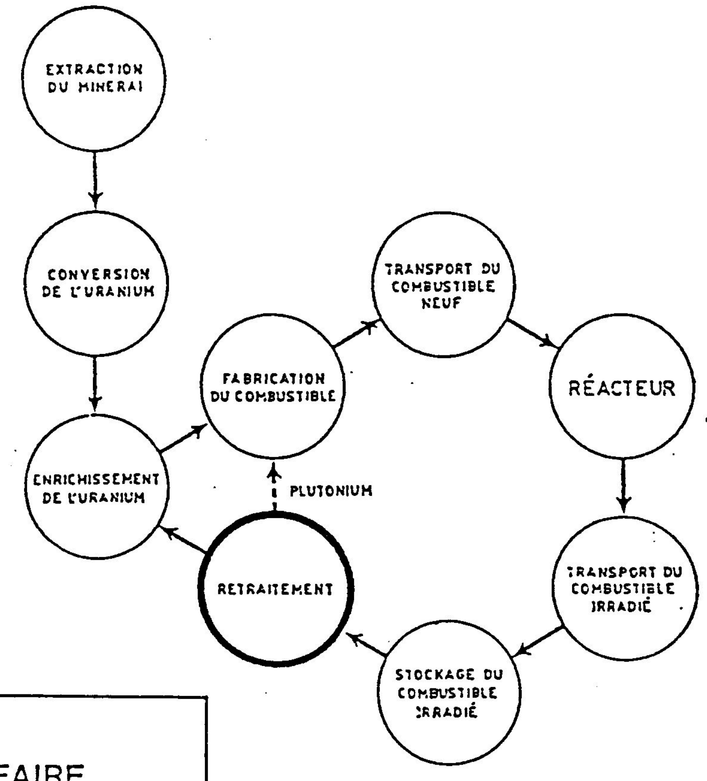
PARIS

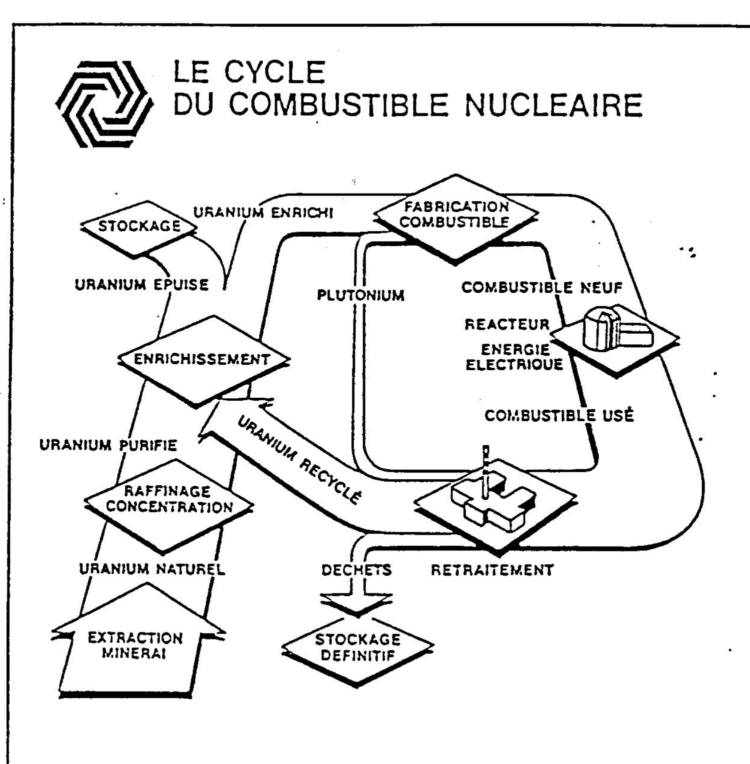
Le "cycle des matières fissiles" vu par l'OECE en 1957. Deux cycles sont alors envisagés, celui de l'uranium et celui du thorium. La dimension des déchets est ignorée.
Source: AEP/OECE (1957), p. 309.



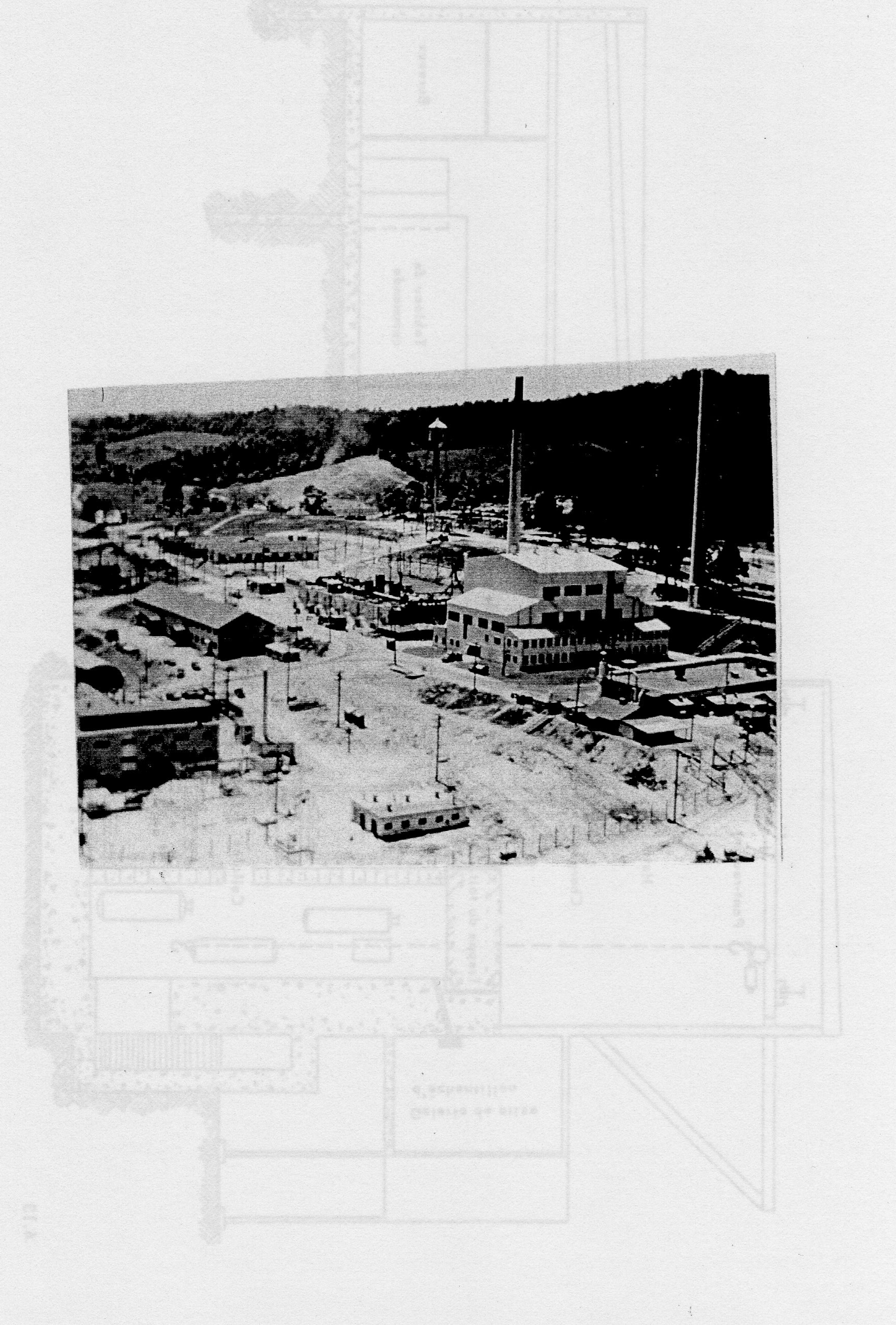
Le cycle des matières fissiles.

La place du retraitement dans le cycle du combustible, vue par la Direction générale de la COGEMA en 1979 et par la Direction de la Communication de l'établissement de COGEMA-La Hague en 1992. Si l'amont du cycle, de la mine à la conversion, est représenté en 1979, le schéma n'évoque pas la gestion des déchets nucléaires issus du retraitement, qui fait que le cycle n'est en réalité pas totalement bouclé. Si le retraitement permet le recyclage de l'uranium et du plutonium, il produit aussi des déchets. Il y a donc un aval du cycle, qui est pris en compte de manière éclatée sur le schéma de 1992, où il est distribué entre le stockage de l'uranium épuisé et le stockage -actuellement provisoire pour les plus actifs- des déchets issus du retraitement.
Source du document du haut: PLATIER H. (1979), p.160. Source du document du bas: Brochure de schémas "Le retraitement des combustibles irradiés à La Hague", figure n°1, Tourlaville, distribuée aux visiteurs de l'établissement en 1992.

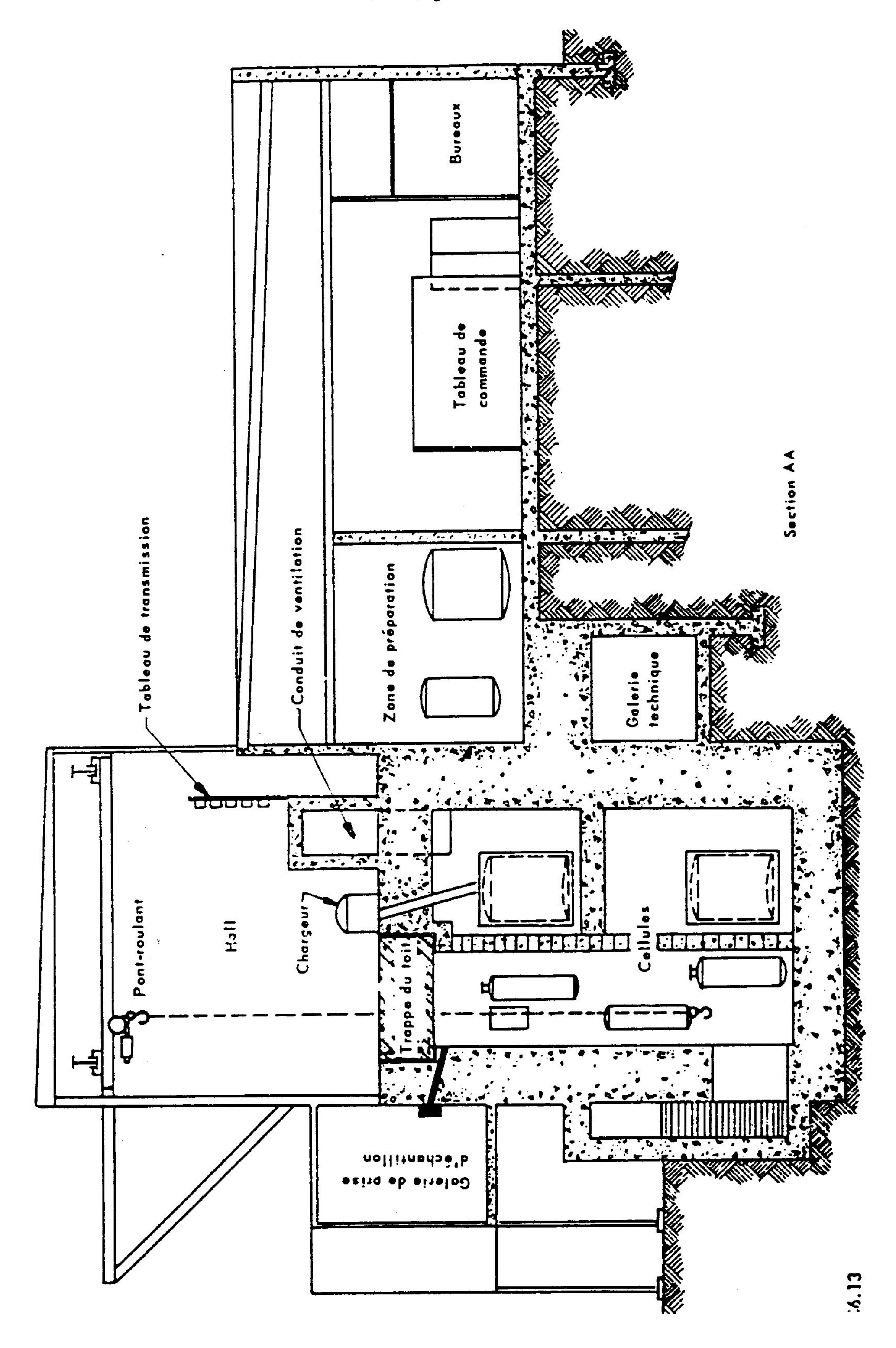




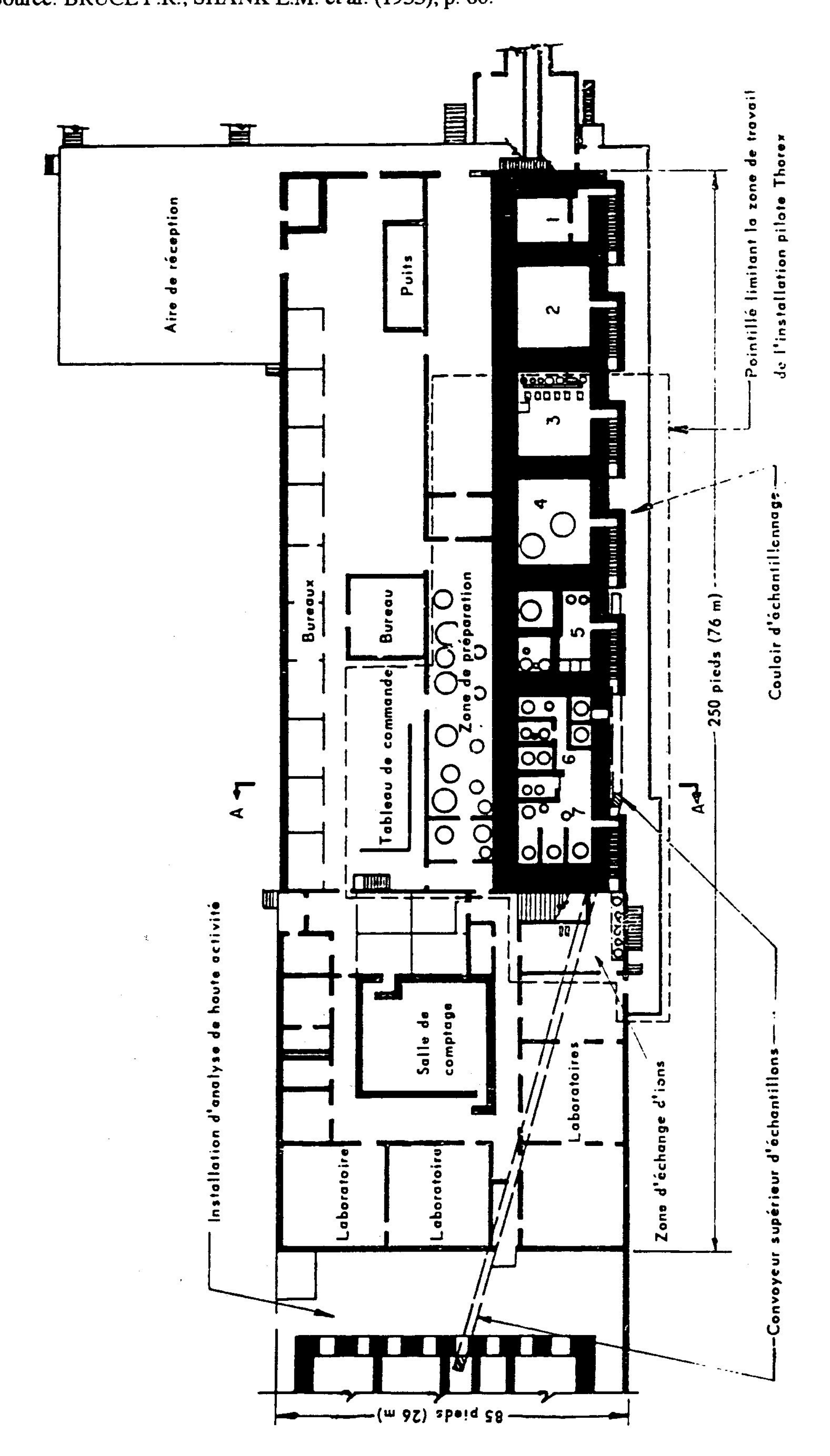
Vued'ensemble des Laboratoires de Clinton après la fin de la seconde guerre mondiale. Au centre droit de la photographie, le bâtiment abritant la "pile de Clinton", et immédiatement derrière elle vers la gauche le pilote d'extraction, avec sur le toit les conduits de ventilation et sur le côté les escaliers d'accès aux cellules semi-enterrées.
Source: ORNL REVIEW (1992), p. 28 .



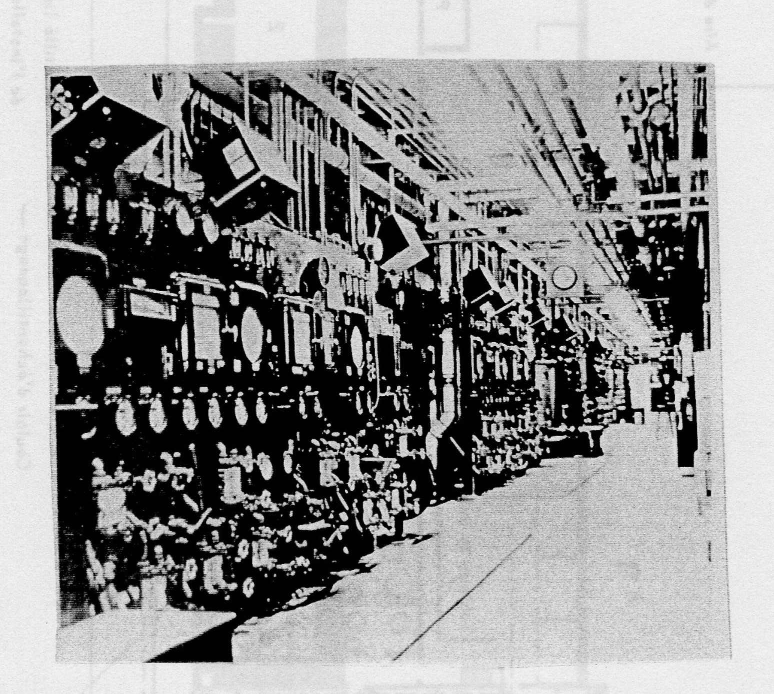
Plan en coupe de l'installation Thorex d'Oak Ridge, établie dans les locaux modifiés de la première usine-pilote de retraitement d'Oak Ridge. La galerie du pont roulant fut construite après 1945
Source: BRUCE F.R., SHANK E.M. et al. (1955), p. 61.



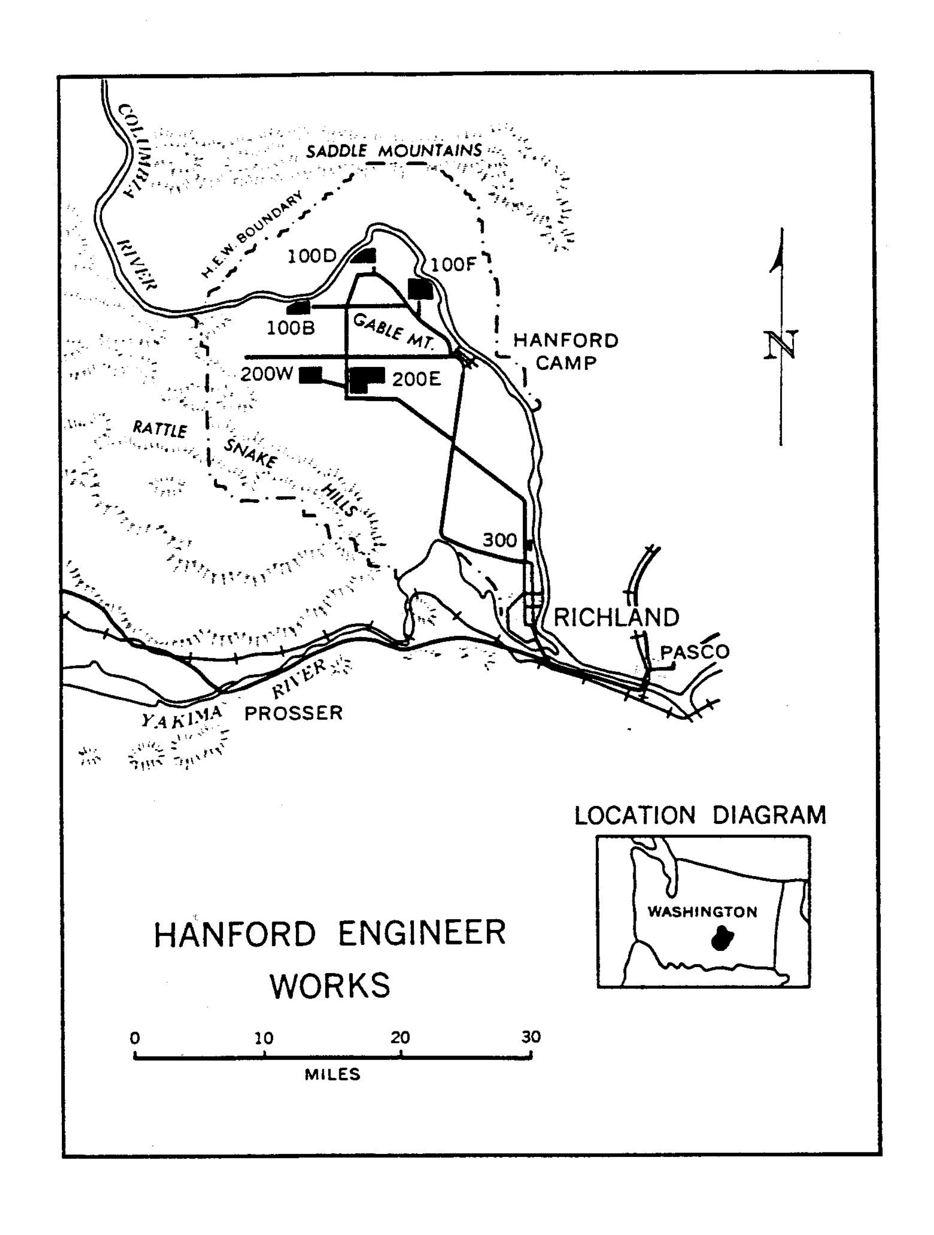
Plan de l'installation Thorex d'Oak Ridge, établie dans les locaux modifiés de la première usine-pilote de retraitement d'Oak Ridge. L'installation primitive comportait six cellules à demi-enterrées, reliées à la pile X-10 par un canal dont on voit encore les côtés à droite du plan.
Source: BRUCE F.R., SHANK E.M. et al. (1955), p. 60.



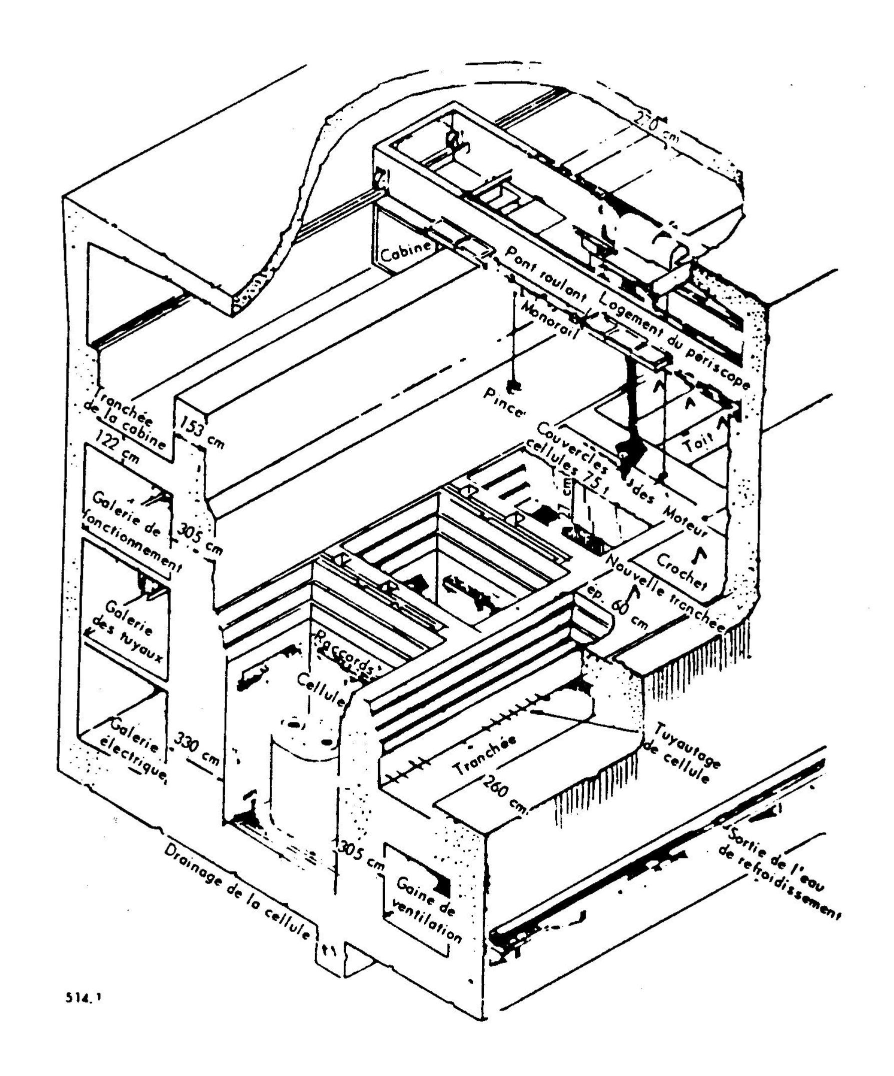
Vue des tableaux de contrôle placés sur les parois externes des cellules de l'usine-pilote d'Oak Ridge en 1944.
Source: ORNL REVIEW (1992), p. 23 .



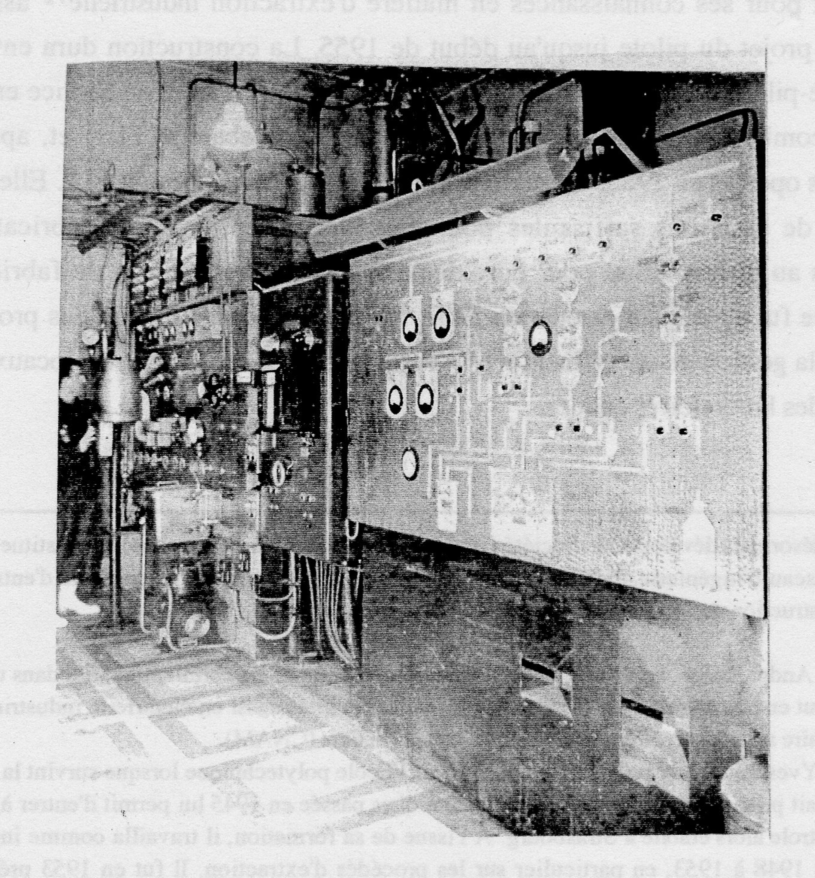
Plan simplifié du site de Hanford à la fin de la seconde guerre mondiale. Les trois usines de retraitement se trouvaient en 200 W pour les usines T et U, en 200 E pour l'usine B.
Source: HEWLETT R.G., ANDERSON O.E. (1962), hors-texte entre les pp. 224-225.



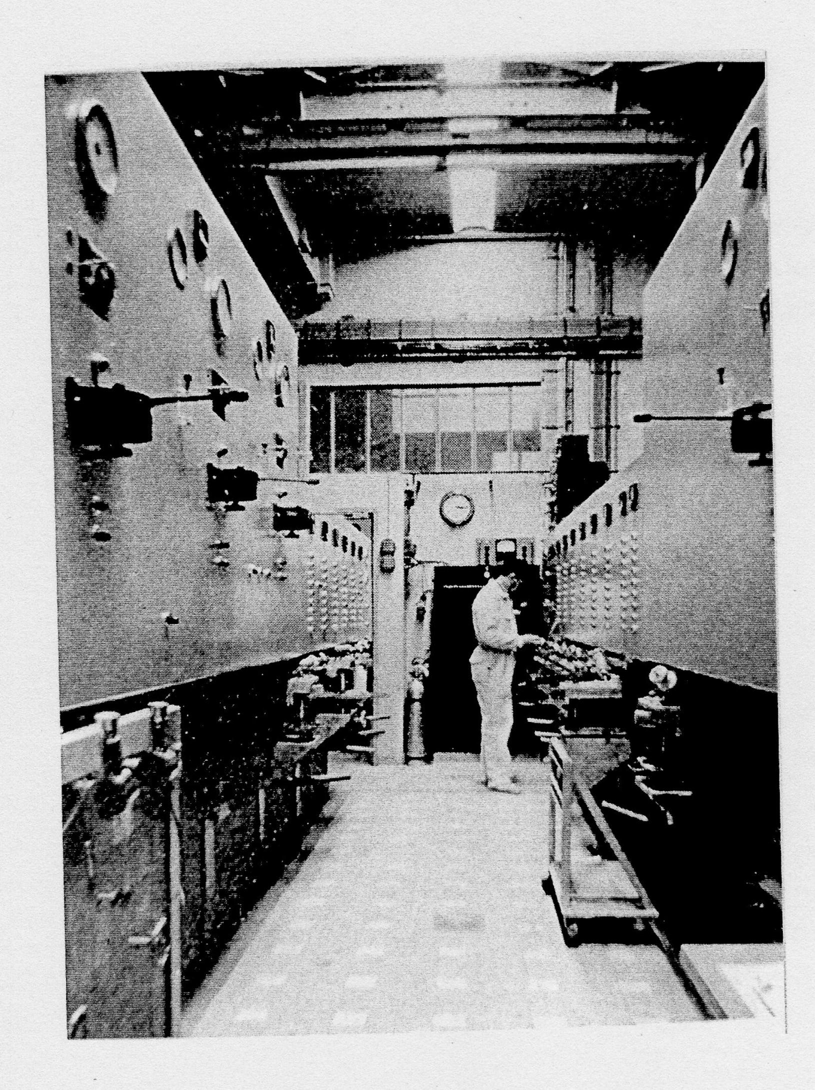
Coupe en perspective d'une des usines de traitement au phosphate de bismuth de Hanford, montrant la structure d'une "usine-canyon" télécommandée et entretenue à distance.
Source: SCHWENNESEN J.L. (1958), p. 321.



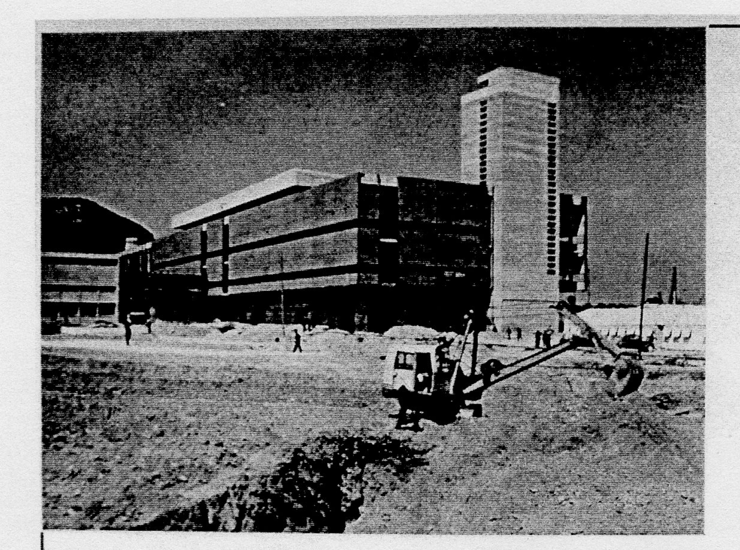
Vue du tableau de contrôle synoptique (au premier plan) et du tableau de commande (au second plan) du pilote de Châtillon.
Source: *L'âge nucléaire* (1958), p. 333.



Vue d'une partie de l'atelier de concentration des solutions de plutonium du pilote de Châtillon.
Source: *L'âge nucléaire* (1958), p. 333.



Publicité pour Saint-Gobain, concepteur et réalisateur de l'usine de Marcoule.
Source: *Energie Nucléaire* (1957), N°3, juillet-septembre, cahier de publicités, p. X.



Une vue de l'usine d'extraction de plutonium en voie d'achèvement. La conception technique et la réalisation de cette usine entièrement télécommandée ont été confiées par le C.E.A. à la Cie de St-Gobain.

St-GOBAIN - MARCOULE

Emblème de l'opération "Atoms for Peace", utilisé lors de la Conférence de Genève de 1955. Il surmontait l'entrée du bâtiment abritant le réacteur-piscine américain et ornait la documentation distribuée à l'occasion de la Conférence et de la Foire commerciale.
Autour d'une représentation planétaire du noyau et des électrons sont symbolisés les quatre domaines d'activité où les bienfaits de l'atome civil devraient s'exercer: la recherche scientifique, la médecine, l'industrie et l'agriculture. Deux rameaux d'olivier repètent la dimension pacifique de l'opération.
Source: USAEC (1955), page de garde.



Premier schéma de principe du procédé PUREX à deux cycles présenté en 1955 à la Conférence de Genève par l'ORNL. Dans les deux cycles sont utilisées des colonnes d'extraction. La purification finale de l'uranium se fait au gel de silice, celle du plutonium par des résines échangeuses d'ions.
Source: FLANARY J.R. (1955), p. 607.

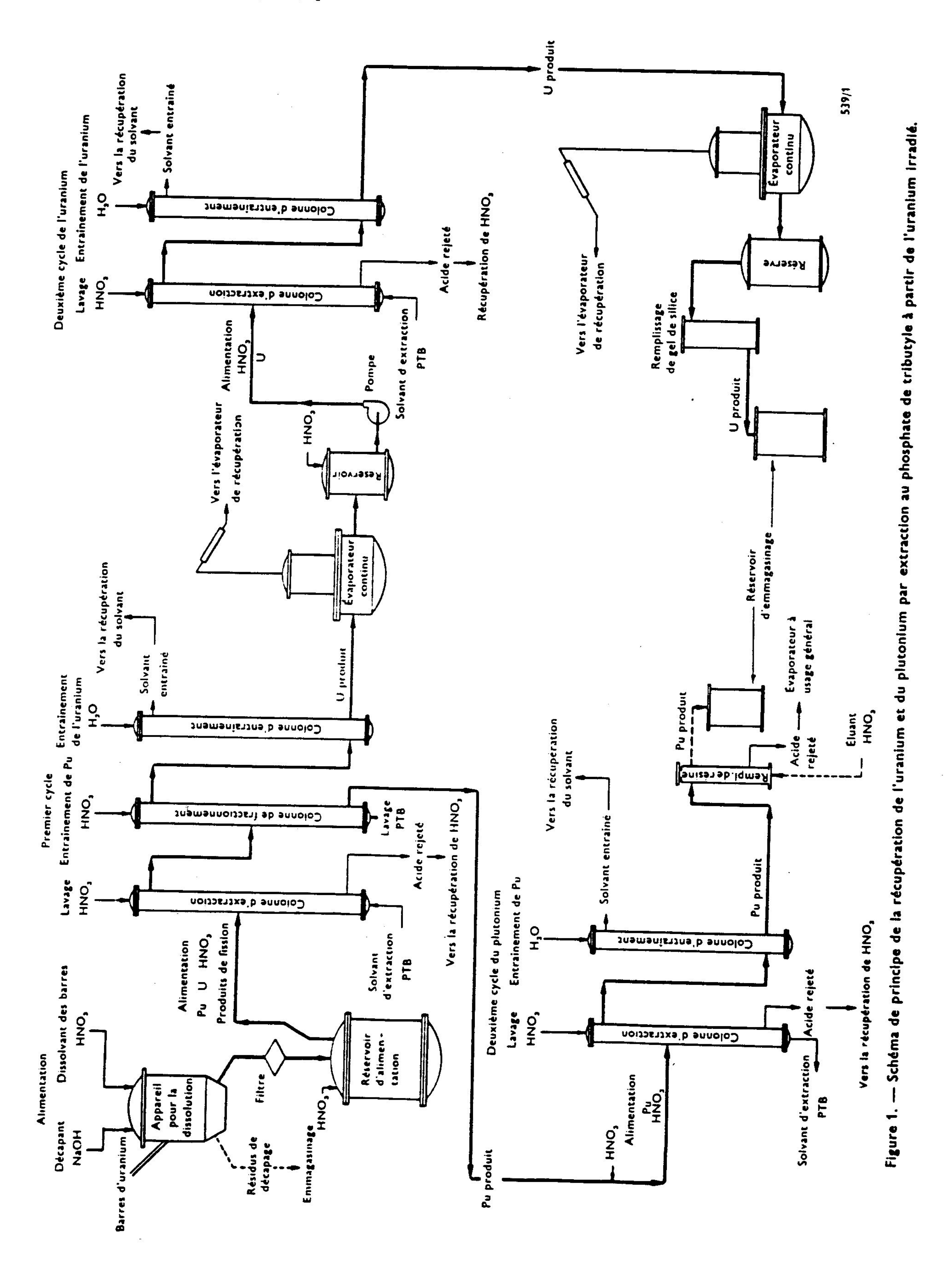


Figure 1. — Schéma de principe de la récupération de l'uranium et du plutonium par extraction au phosphate de tributyle à partir de l'uranium irradié.

Présentation des trois grands types de contacteurs utilisés pour l'extraction par solvant aux Etats-Unis en 1955: mélangeur-décanteur, colonne garnie et colonne pulsée à plateaux perforés.
Source: CULLER F.L. , Traitement du combustible nucléaire et de la couche de récupération par extraction à l'aide de solvant, ONU (1956), pp. 552-553.

Types de contacteurs utilisés pour l'extraction par solvant

Les principaux types de contacteurs continus utilisés pour l'extraction liquide-liquide de substances fissiles et fertiles sont des colonnes à gravité, y compris les colonnes garnies et à plateaux perforés, et des contacteurs à mise en mouvement forcée, comprenant les colonnes pulsées et les mélangeurs-décanteurs.

La colonne garnie (fig. 13) contient un remplissage, par exemple des anneaux Raschig en acier inoxydable, qui oblige les gouttelettes de la phase dispersée à suivre un chemin sinueux à travers la phase continue, améliorant ainsi le contact entre les deux phases. Le type de remplissage utilisé pour une application donnée dépend beaucoup de la nature chimique du système et des conditions requises pour le traitement, alors que sa hauteur dépend du degré de séparation désiré.

On peut utiliser une installation de mélange et décantation qui fonctionne avec un très bon rendement. Les mélangeurs-décanteurs du type horizontal nécessitent habituellement moins de place en hauteur mais un plus grand encombrement horizontal que les colonnes verticales d'extraction par solvant de même capacité de traitement. On a mis au point des modèles de mélangeur-décanteur à pompe (fig. 14) [14]. Dans cet appareil, de dimensions réduites, des cloisons séparent les chambres de contact des chambres de pompage. Une pompe d'agitation centrifuge aspire, dans chaque chambre de contact, les deux phases entrantes dans une tubulure verticale et les refoule radialement, intimement mélangées, dans la zone adjacente de décantation, produisant ainsi la hauteur de chute nécessaire à l'écoulement entre les plateaux et assurant le maintien du contact liquide-liquide dans la position désirée sur chaque plateau. Le courant que constituent les deux phases dans chaque zone de décantation s'écoule en un sens unique, alors que les phases s'écoulent en contre-courant entre les plateaux. Il n'y a ni joints ni coussinets submergés ; l'ensemble moteur-pulseur peut être enlevé ou remplacé par commande à distance.

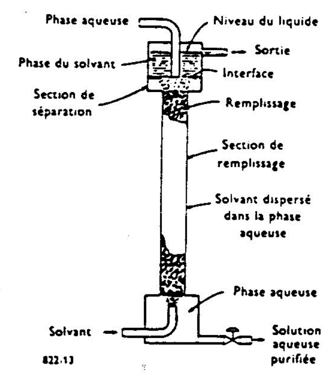


Figure 13. — Colonne garnie d'extraction par solvant.

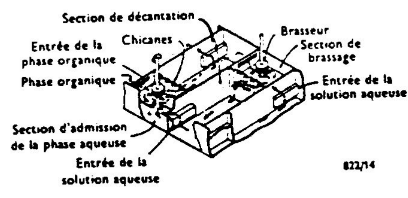


Figure 14. — Coupe schématique d'un type de décanteur-mélangeur à pompe pour extraction par solvant.

La colonne pulsée à plateaux perforés (fig. 15) a été initialement décrite par Van Dijck [15] ; d'autres données sur l'évolution des colonnes pulsées ont été publiées depuis [16-19]. Ce système permet une réduction sensible, souvent de plus de 50 pour cent, de la hauteur de la colonne par rapport aux hauteurs nécessaires avec la colonne classique à remplissage. Dans la colonne pulsée, un mouvement de pulsation vertical de va-et-vient est superposé au mouvement en contre-courant des phases liquides à travers une série de plateaux horizontaux perforés fixes, placés à égale distance les uns des autres. Au lieu des plateaux perforés, on peut utiliser des anneaux Raschig ou un autre remplissage.

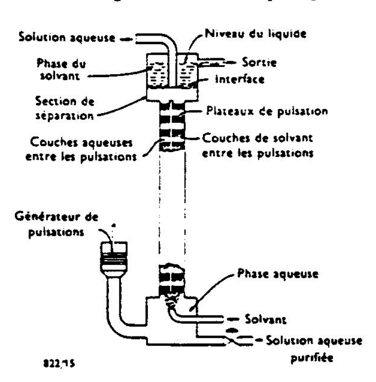


Figure 15. — Colonne pulsée d'extraction par solvant.

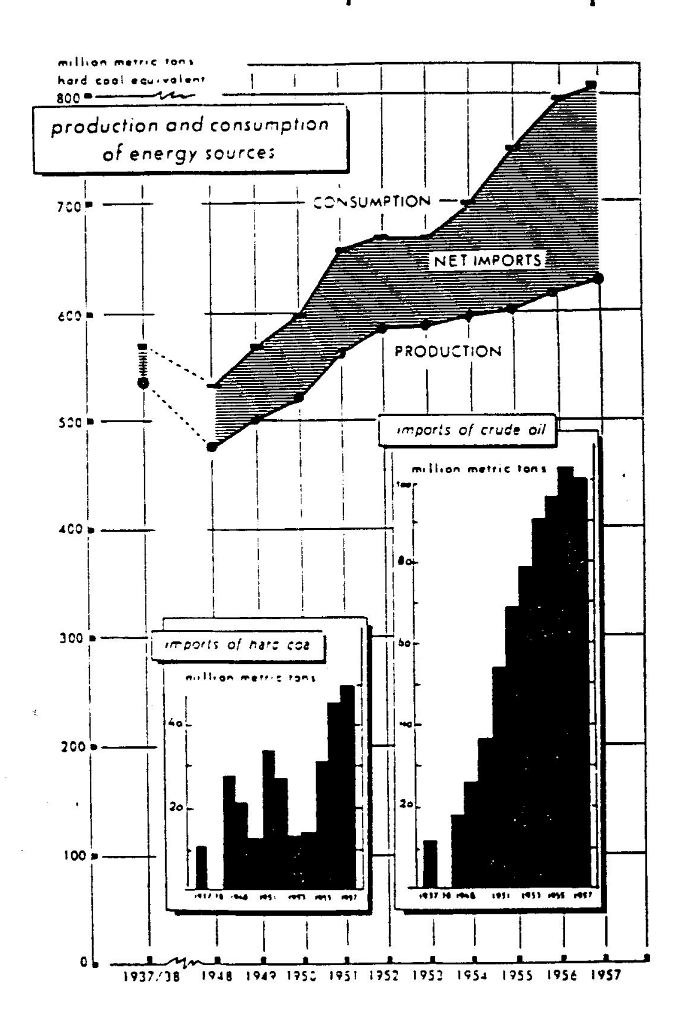
Dans le cas des colonnes à plateaux perforés, la pulsation joue encore un autre rôle important, en ce sens qu'elle favorise le passage en contre-courant des phases aqueuse et organique. La différence de poids spécifique entre les deux phases n'est d'habitude pas suffisante pour produire un déplacement en sens inverse marqué à travers les petits trous des plateaux perforés. En conséquence, le déplacement de la phase légère vers le haut, et celui de la phase lourde vers le bas de la colonne, sont presque entièrement dus à l'action du générateur de pulsations et des pompes de circulation.

Le plus gros avantage des colonnes pulsées sur les colonnes garnies est que, pour le même effet d'extraction, elles peuvent avoir une hauteur beaucoup plus faible. Les avantages supplémentaires sont que l'efficacité d'extraction (hauteur de plateaux théoriques : HTP) dépend moins de la vitesse de passage et, dans le cas de colonnes à plateaux perforés, qu'il est plus facile d'arrêter provisoirement l'installation et de la remettre en marche, avec le fait caractéristique que le courant à travers les plateaux est très faible en l'absence de pulsations. La nécessité d'un générateur de pulsations est en revanche un désavantage en raison de son coût initial et de son entretien.

14. Coplan B. V., Davidson J. K. et Zebroski E. L., *The Pump-Mix Mixer Settler, A New Liquid-Liquid Extractor*, Chem. Eng. Progress, 1954, *50*:403-8.
15. Van Dijck W. J. D., U.S. Patent 2.011.186, 13 août 1935.
16. Sege G. et Woodfield F. W., *Pulse Column Variables*, Chem. Eng. Progress, 1954, *50*:396-402.
17. Sege G. et Woodfield F. W., *A Louver-Plate Redistributor for Large-Diameter Pulse Columns*, Chem. Eng. Progress Symposium Series, 1954, *50*:n° 13.
18. Thornton J. D., *Recent Developments in Pulse Column Techniques*, Chem. Eng. Progress Symposium Series, 1954, *50*:n° 13.

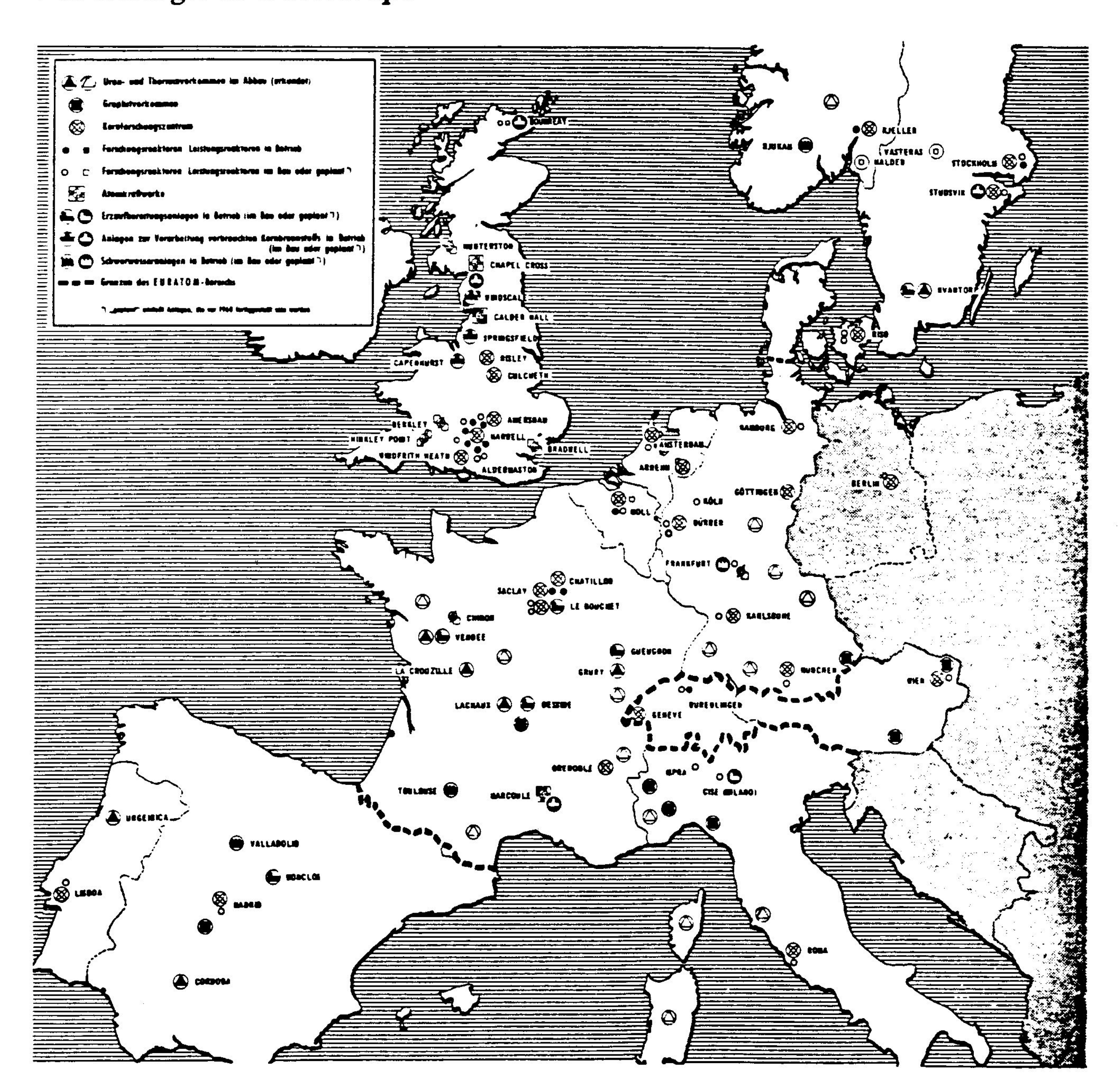
Le problème de l'énergie en Europe occidentale vu par l'OECE en 1958: la stagnation de la production et l'envolée de la consommation entraînent le recours croissant aux importations de charbon et surtout de pétrole.
Source: OECE (1958b), p. 113.

energy consumption, domestic production and imports

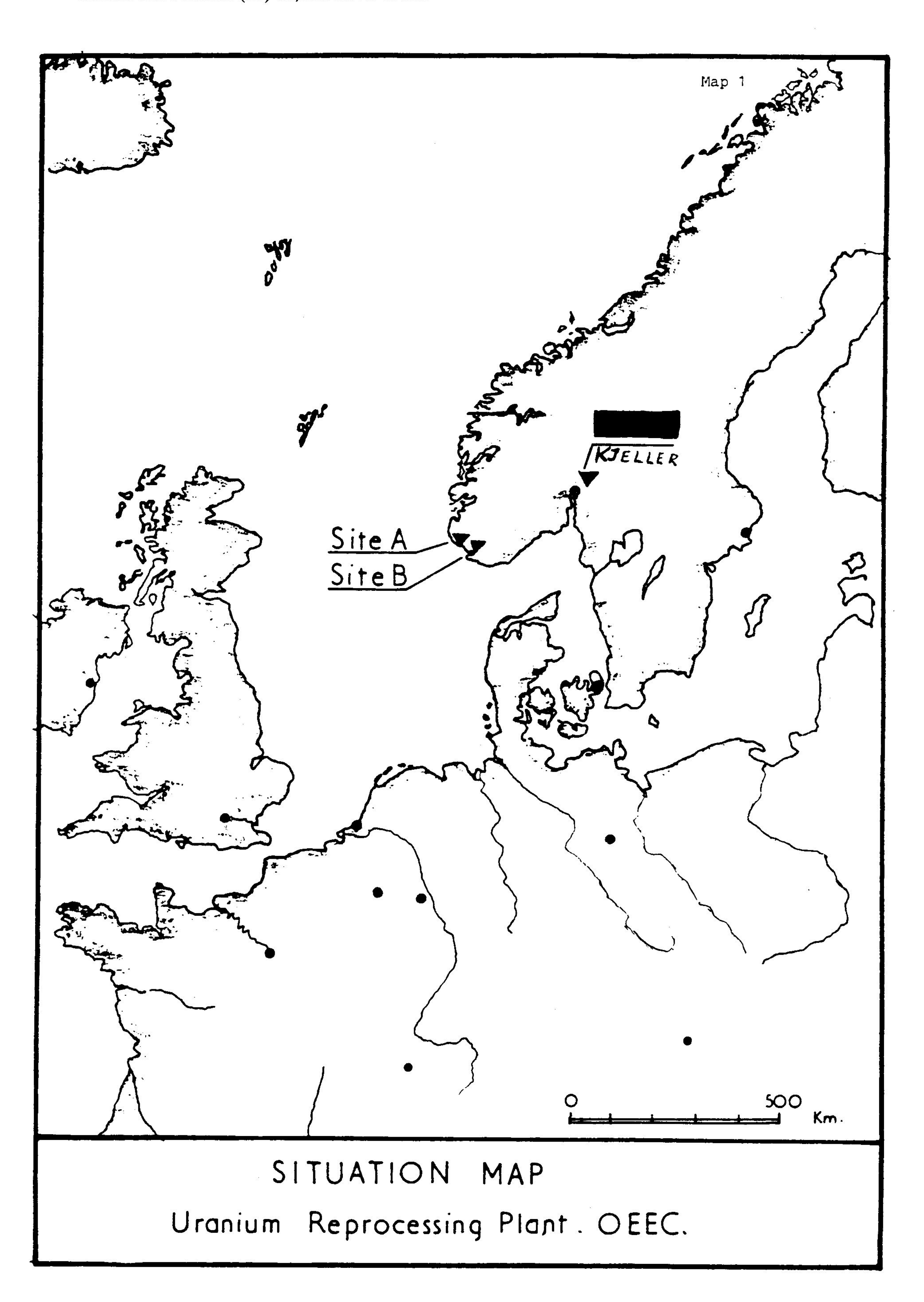


Les installations nucléaires en Europe en mai 1957.
Source: *Die Atomwirtschaft*, mai 1957, p. 150.
Traduction de la légende:
L'énergie nucléaire en Europe de l'Ouest.
Gisements d'uranium ou de thorium en exploitation (reconnus);
Gisements de graphite,
Centres de recherche nucléaire,
Réacteurs de recherche ou de puissance en fonctionnement,
Réacteurs de recherche ou de puissance en construction ou prévus,
Centrales nucléaires,
Usines de transformation du minerai en fonctionnement (en construction ou prévues),
Usines de retraitement des combustibles irradiés en fonctionnement (en construction ou prévues),
Usines d'eau lourde en fonctionnement (en construction ou prévues),
Limites du domaine de l'Euratom.
Prévu concerne les installations dont la mise en service doit intervenir avant 1960.

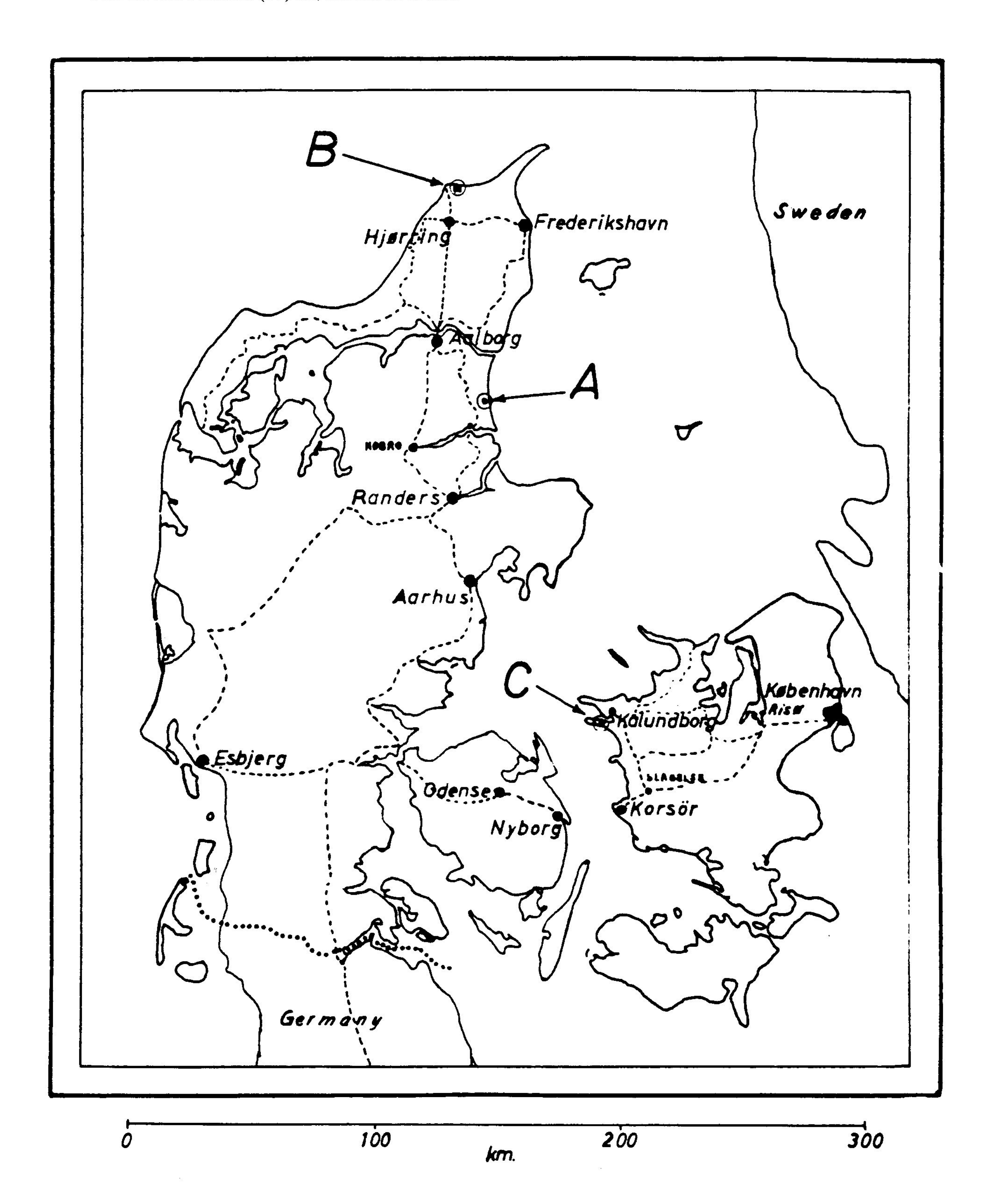
Kernenergie in Westeuropa



Les propositions de site de la Norvège.
Source: SEN/CHEM (57) 15, recueil de cartes.



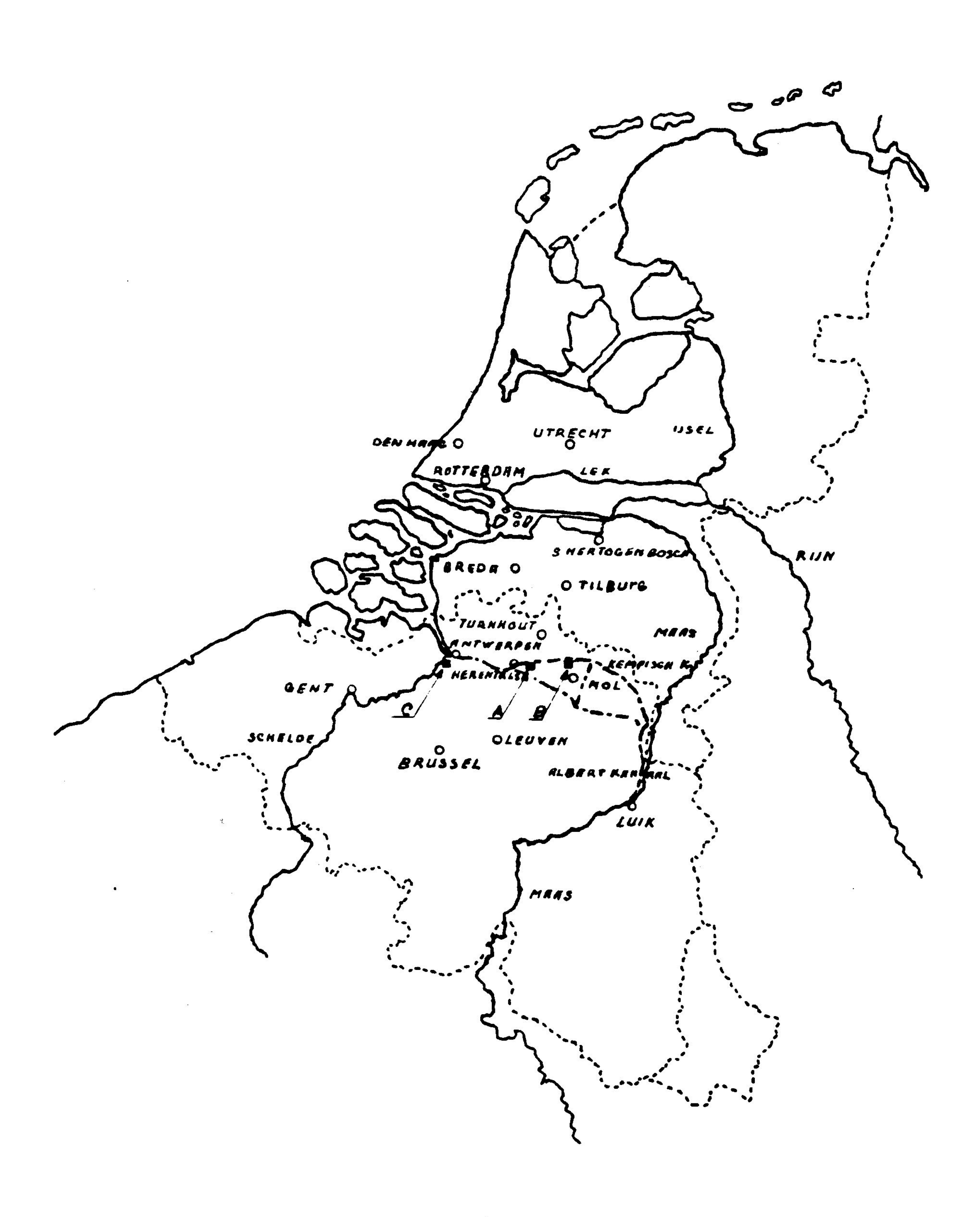
Les propositions de site du Danemark.
Source: SEN/CHEM (57) 15, recueil de cartes.



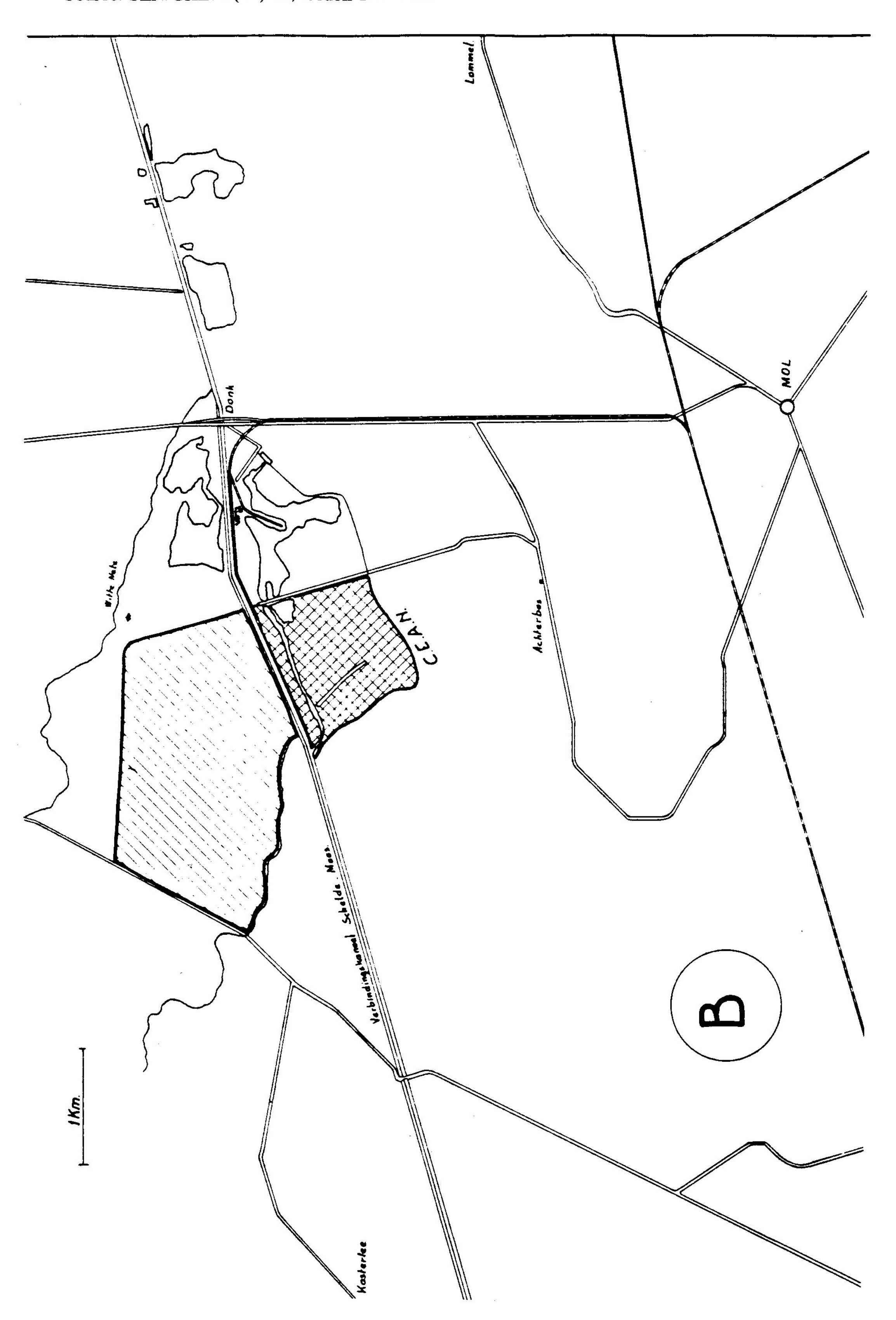
------- Railway line

No.1

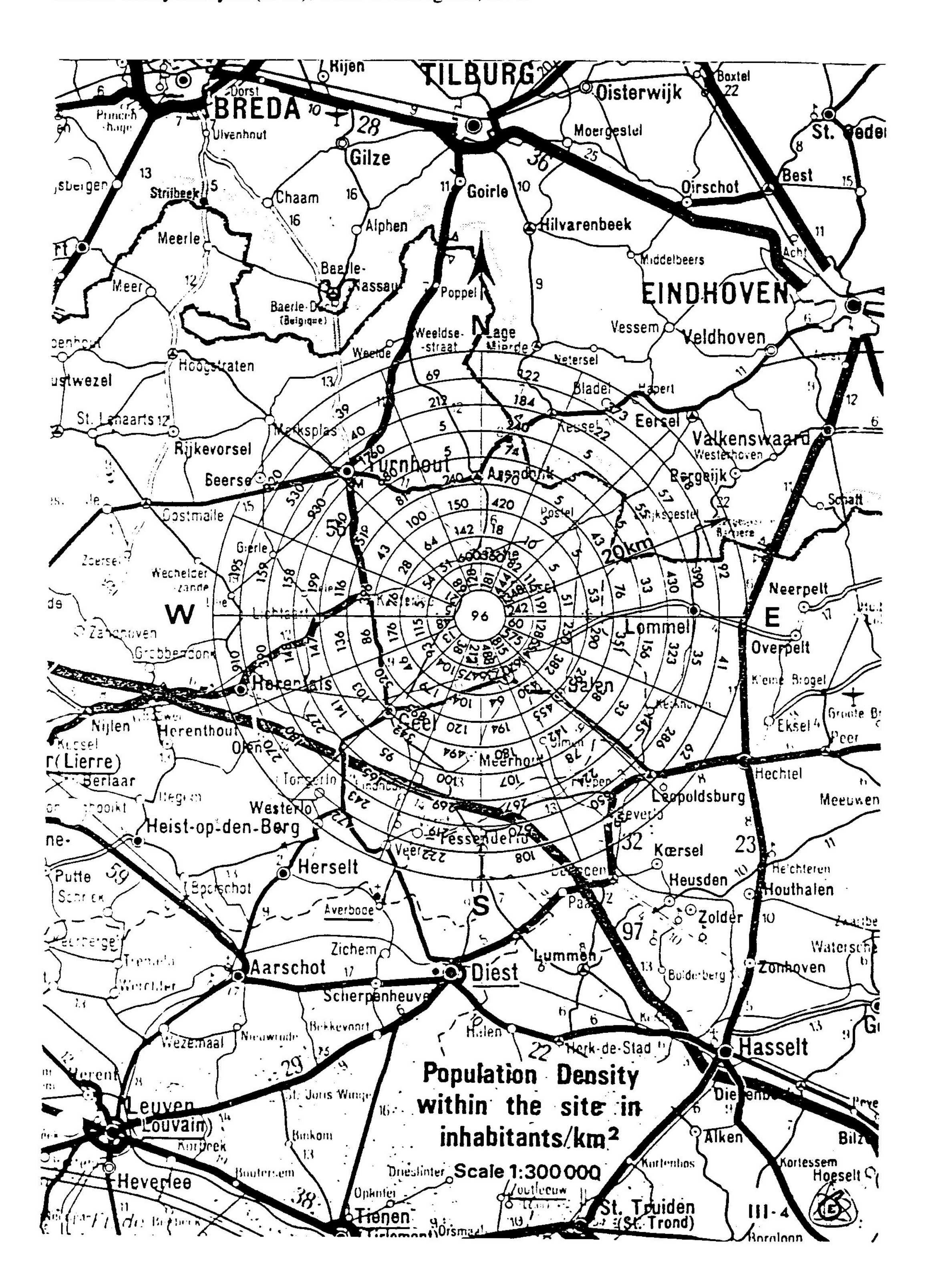
Les propositions de site de la Belgique.
Source: SEN/CHEM (57) 15, recueil de cartes.



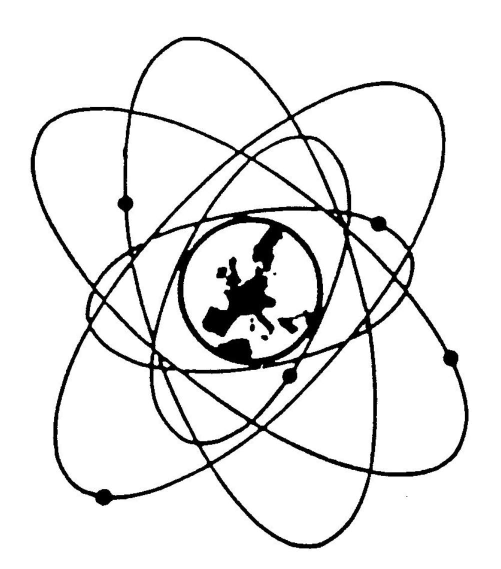
Le terrain proposé par la Belgique au Nord du CEAN.
Source: SEN/CHEM (57) 15, recueil de cartes.



Densité de la population dans un rayon de 20 km autour du site. Les nombres indiquent la densité moyenne au km2 à l'intérieur de la surface délimitée par deux rayons et deux segments de circonférence successifs. La carte montre également la proximité de grands centres urbains, comme Eindhoven ou Louvain.
Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, III-4.



Logo de l'AEEN/OECE en 1959.
Source: AEEN/OECE (1960), page de couverture.



Trajet suivi par la mission d'études Eurochemic d'octobre-novembre 1958.
Source du fond de carte: SOUSSELIER Y. (1960), p. 384.

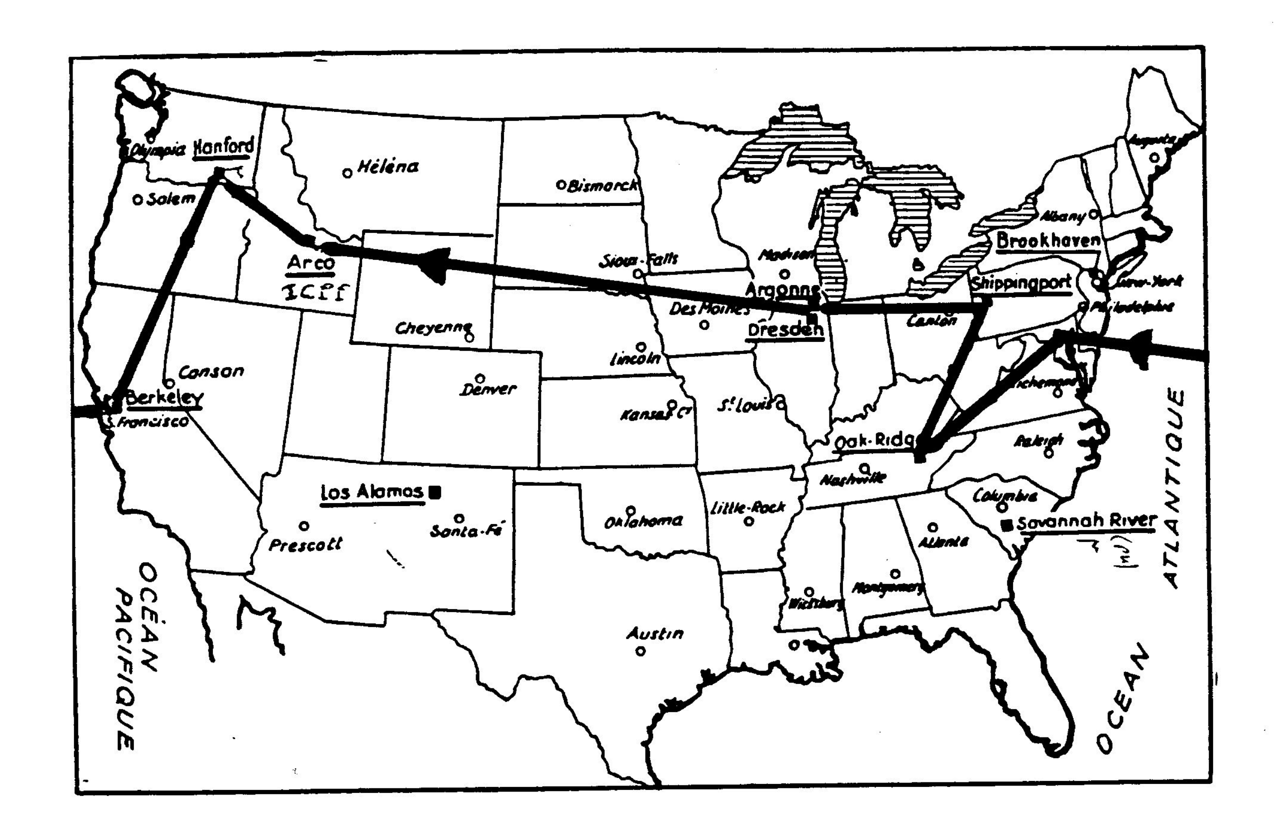


Tableau des entreprises contactées par le Groupe de consultation en 1959, avec leurs caractéristiques. (I)

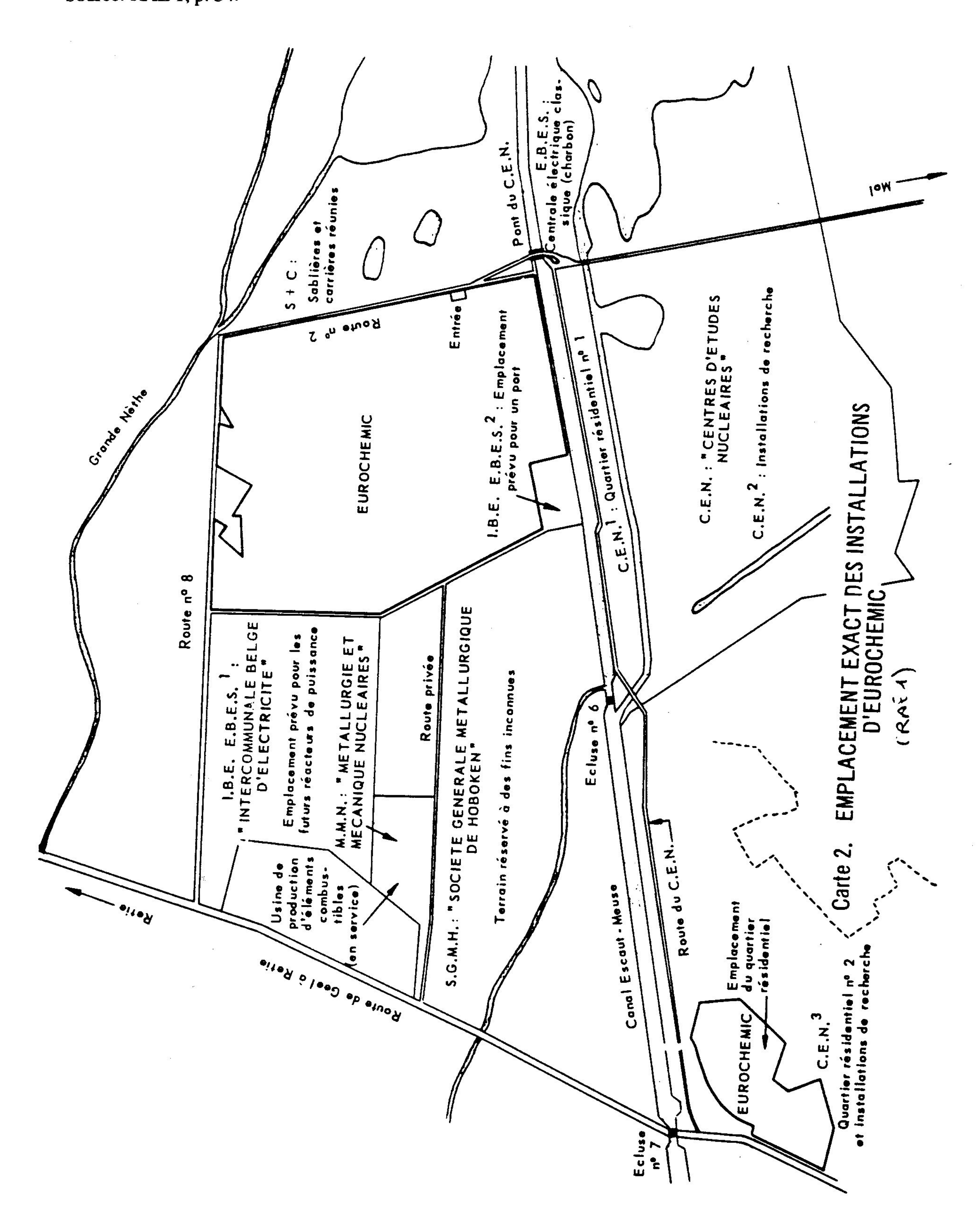
Tableau des entreprises contactées par le Groupe de Consultation d'Eurochemic en 1959.

Nom	Nature de l'entreprise et domaine d'action	Siège et établissements	Effectifs	Remarques	Expérience nucléaire en 1959
BELCHIM (Société belge de Chimie nucléaire)	Groupement ad hoc de sociétés chimiques et métallurgiques belges, S.A. au capital de 7 M FB, créée le 17 juin 1958, actionnaire de l'entreprise depuis le 1er janvier 1959 (27 actions).	Bruxelles		Principaux actionnaires: SGMH, UMHK, Société belge de l'Azote et des Produits chimiques du Marly S.A. (actionnaire majoritaire des trois, la SGB) Servirait de bureau central technique répartissant les tâches entre les différents bureaux d'études ou services techniques des Sociétés membres	Par Hoboken, producteur industriel de radium et d'uranium à Olen. Par une des filiales de Hoboken, MMN (Métallurgie et Mécanique Nucléaire), constructeur d'une usine de fabrication d'éléments combustibles à Dessel (à côté de Mol), futur établissement belge de la FBFC.
Bofors	Explosifs et matériels d'artillerie, métallurgie militaire et civile (aciers spéciaux), division ingénieurs conseil	Stockholm		Pour Eurochemic, s'associerait avec les entreprises suédoises suivantes: Uddeholm, Johnson Line (Avesta), ASEA, Stockholm Superphosphate Company, Reymersholm. (ultérieurement NOHAB)	plans des dispositifs de manutention du combustible du réacteur suédois R3 Adam
C.A.L.Officina Tecnica de Proyectos	Architectes industriels	Madrid	n.c.		Travaux de bâtiment, génie civil électricité et ventilation pour le réacteur-piscine du Centre d'Energie Nucléaire de la Moncloa (coopération avec des entreprises américaines)
Comprimo N.V.	Société d'études et de construction travaillant surtout pour l'industrie pétrolière et la chimie	Amsterdam	300	Compte parmi ses actionnaires la compagnie Royal Dutch-Shell.	Ingénieur conseil à la construction du réacteur-piscine de l'Université de Delft, réalisation des plans du réacteur à suspension homogène KEMA.
Friedrich UhdeGmbH	Société d'Etudes et de construction, filiale de Knapsack Griesheim A.G. Activités chimiques (ammoniac au départ, diversification ensuite)	Siège social et bureau d'Etudes à Dortmund, Construction aux Farbwerke Hoechst	environ 1000	Liens avec les Farbwerke Hoechst	Conception et exploitation d'une usine-pilote d'eau lourde (conception Hoechst) Projets et plans du laboratoire de l'Institut des transuraniens de Karlsruhe et du laboratoire de haute activité de Jülich (Juliers)
Groupe des construc-teurs du Centre de Risø	Preben Hansen, un des architectes officiels du Gouvernement danois Paul Niepoort, architecte industriel, Steensen et Varming (génie civil), et Mogens Balslev (ingénieurs en électrotechnique)			Steensen et Varming, associé à Mogens Balslev dirigent les travaux en cours du nouveau siège de l'OTAN à Paris	Paul Niepoort: construction de laboratoires chauds (expérience aux Etats-Unis) Le Groupe a réalisé dans des délais très courts le Centre de Risø.

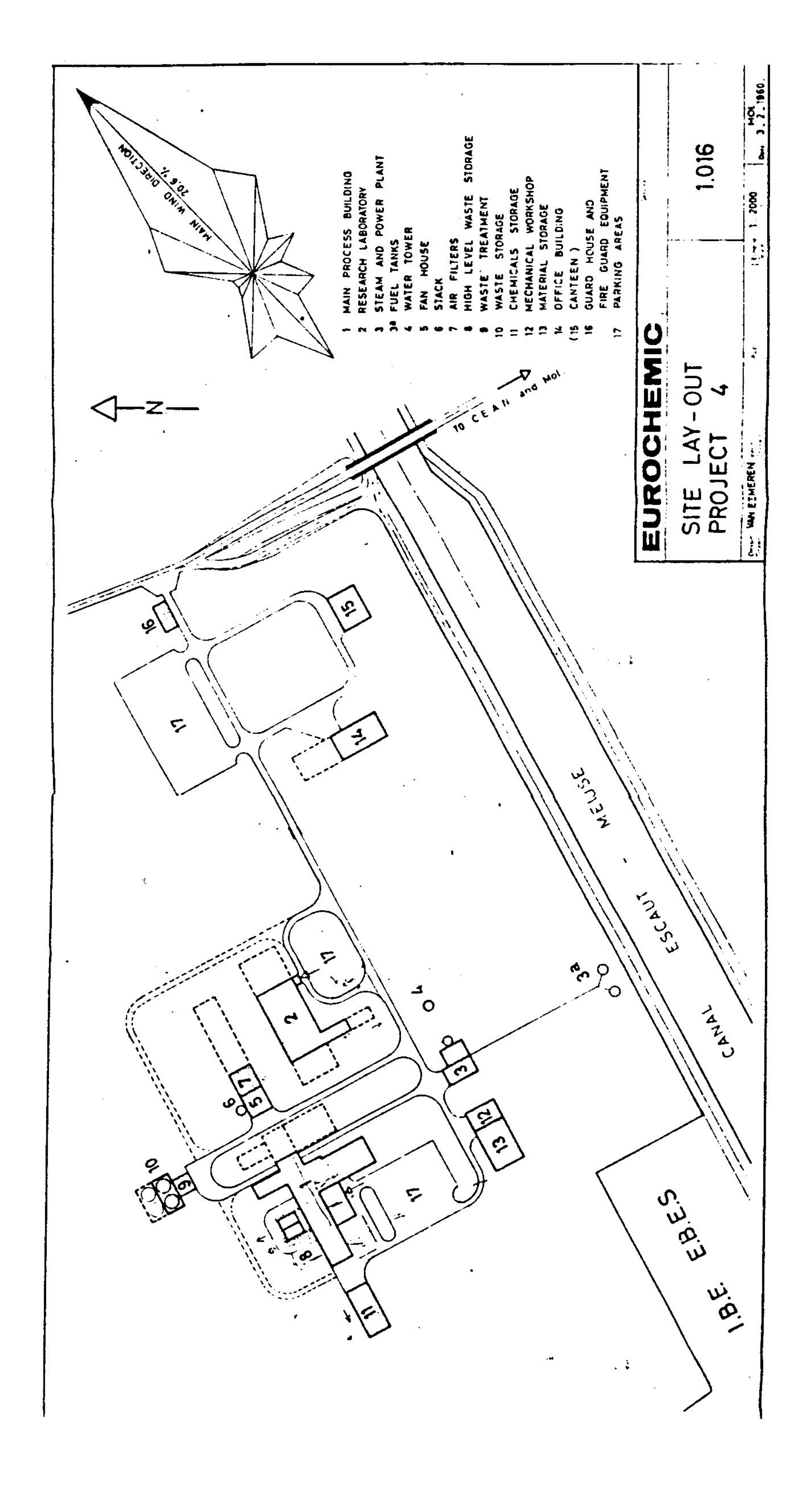
Tableau des entreprises contactées par le Groupe de consultation en 1959, avec leurs caractéristiques. (II)

Leybold-Hochva-kuum-Anlagen GmbH	Société de construction et service d'ingénieurs conseil Vide poussé, notamment dans les usines chimiques (distillation, fusion)	Cologne	environ 200	collaborateur habituel de Uhde	Plan de l'Institut für Radioaktive Körper de Düren, Institut des Transuraniens de Karlsruhe, installation de traitement des isotopes pour le Hahn Meitner Institut de Berlin, études d'installations de déchargement des élements combustibles pour des projets de réacteurs allemands
Lurgi-Gesell-schaften	Société d'études et de construction, affiliée au groupe Metallgesellschaft Technique des hautes pressions en chimie, métallurgie, purification de l'eau, de l'air et des gaz	Francfort	1700, dont 300 en usine-pilote		Usines de concentration de minerais d'uranium et de thorium, de purification (pour le compte de la Société Générale de Hoboken), méthodes de traitement des déchets et de décontamination d'effluents, purification d'eau lourde dans un réacteur de recherche
Montecatini	Industrie chimique, non ferreux, important autoproducteur électrique, importante division d'ingénierie	Milan 174 établissements	60000	Possède une petite section nucléaire orientée vers les utilisations des radioisotopes dans le domaine médical, au sein de sa division pharmaceutique	Participation depuis 1946 au CISE de Milan En association avec FIAT dans SORIN, constructeur du centre de Recherches nucléaires de Saluggia.
NORATOM A/S	Groupement d'entreprises et d'organisations de recherche pour des projets nucléaires. Compétence polyvalente	Oslo	à géométrie variable (25000 dans les différentes sociétés du groupe)	Entreprises désireuses de participer à Eurochemic par le biais de NORATOM: Norsk-Hydro-Elektrisk Kvaelstofaktiegeselskap, Elektrokemisk A/S, Borregaard A/S, Kvaerner Brug A/S, Norsk Spraengstofindustri A/S, Norconsultants. Instituts de recherche: Institutt for Atomenergi, Chr. Michelsens Institut, Sentralinstitutt for Industriel Forskning	Constructeur de l'installation pilote de retraitement de l'Institutt for Atomenergi de Kjeller.
Saint-Gobain Nucléaire (SGN)	Division spéciale de la Société verrière et chimique Saint-Gobain. Actionnaire d'Eurochemic (22 actions)	Paris 90 établissements pour la maison-mère avec les filiales.	20000, dont 250 pour SGN	Activité nucléaire depuis 1952, SGN créée en 1955	Usine-pilote de retraitement de Fontenay-aux Roses, usine de retraitement de Marcoule, usine de fabrication d'uranium de Narbonne. Travaux en cours en 1959:laboratoires de chime et cellules chaudes de Marcoule, installation de stockage et de dégainage mécanique des éléments combustibles des réacteurs G2 et G3.
Siemens & Halske A.G.	Société de fabrication d'équipement électrotechnique et d'appareillages de mesure, filiale du Groupe Siemens	Karlsruhe	n.c.		Constructeur du laboratoire nucléaire de Siemens à Erlangen, du laboratoire des isotopes des Bayerwerke de Wuppertal, participation aux plans de l'Institut de radiochimie de Garching
Suter & Suter Architekten B.S.A.	Architectes industriels polyvalents	Bâle	100 et plus par association sur mesure	a travaillé pour CIBA.	Aucune

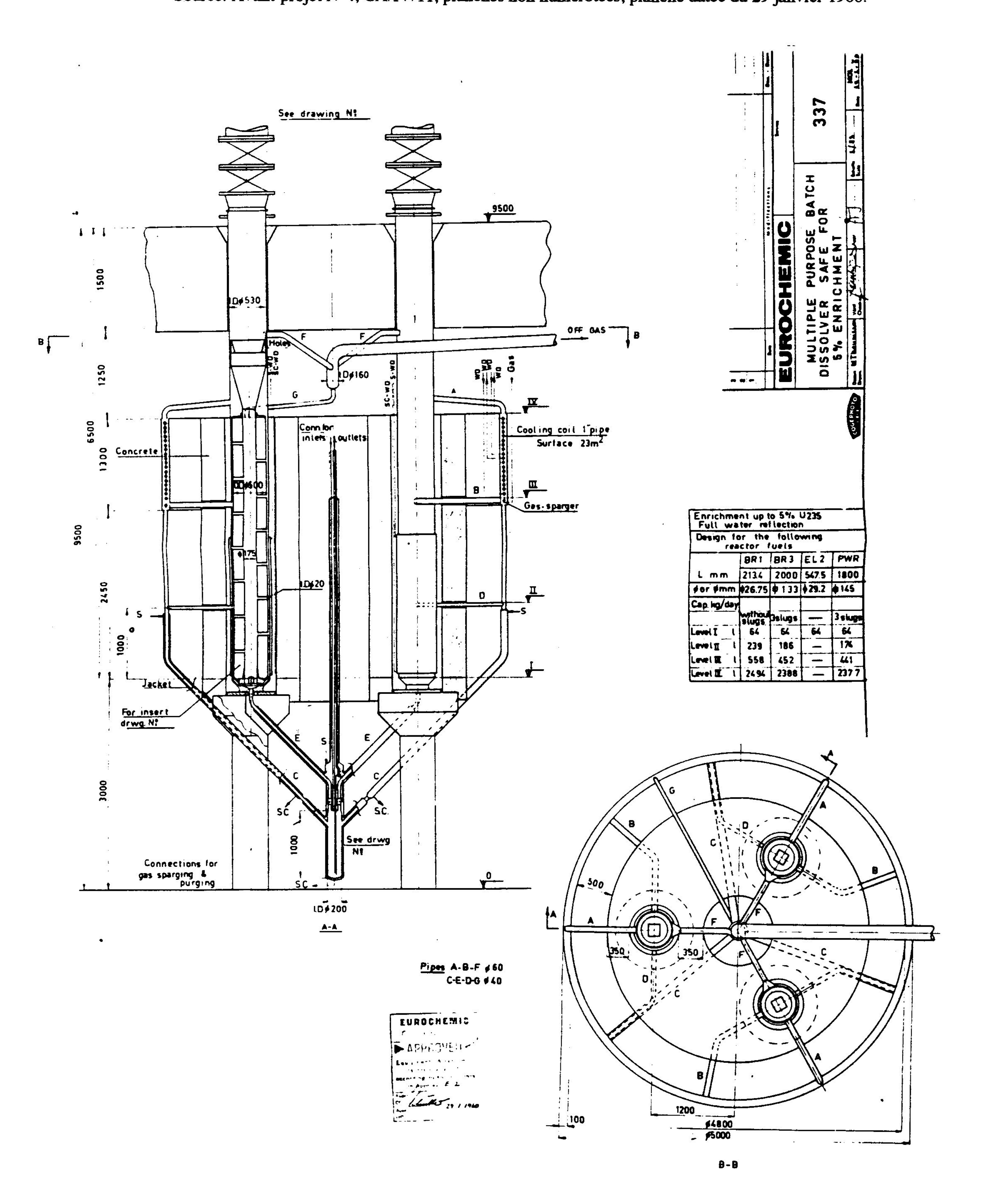
Le "complexe nucléaire" de Mol. Eurochemic et ses voisins en 1961.
Source: RAE 1, p. 54.



Disposition générale prévue pour les bâtiments de l'entreprise, d'après une planche de l'Avant-projet N°4 datée du 3 février 1960. Les grandes masses sont en place, mais la forme et la disposition des bâtiments ne sont pas encore fixées. (cf. hors-texte du chapitre III/1). Le système de ventilation est distinct du bâtiment de traitement, comme à l'ICPP. L'espace destiné au stockage des déchets est très restreint. En haut à droite du plan, la rose des vents du site montre la prédominance des vents soufflant en direction du Nord-Est.
Source: Avant-projet N°4, CA/IV/11, planches non numérotées.

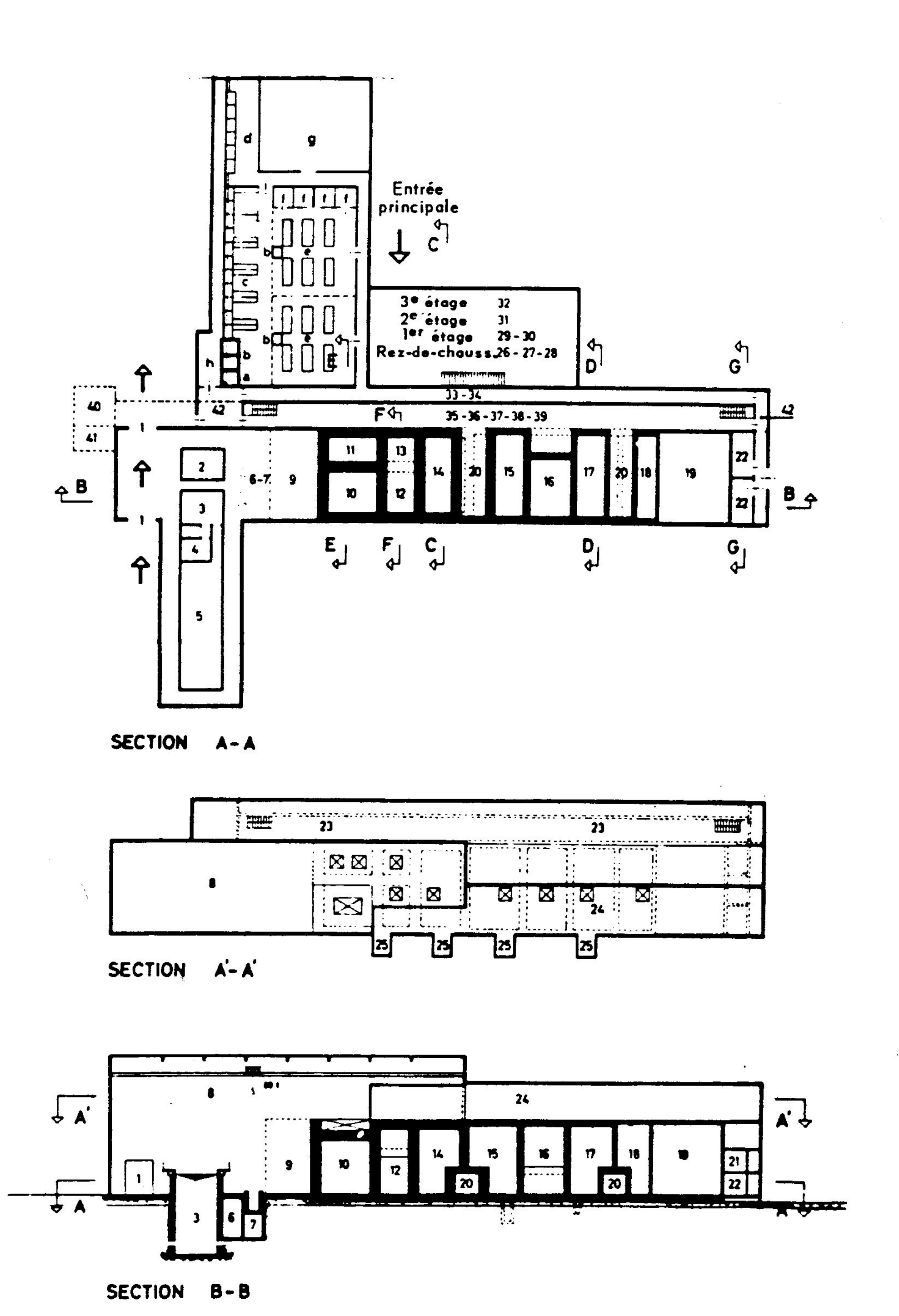


Projet de dissolveur multitâches à trois bouches de chargement, devant pouvoir retraiter tous les types de combustibles jusqu'à un taux d'enrichissement de 5%. La construction de deux dissolveurs distincts fut nécessaire en définitive, mais le second dissolveur reprit le principe des trois bouches de chargement.
Source: Avant-projet N°4, CA/IV/11, planches non numérotées, planche datée du 29 janvier 1960.

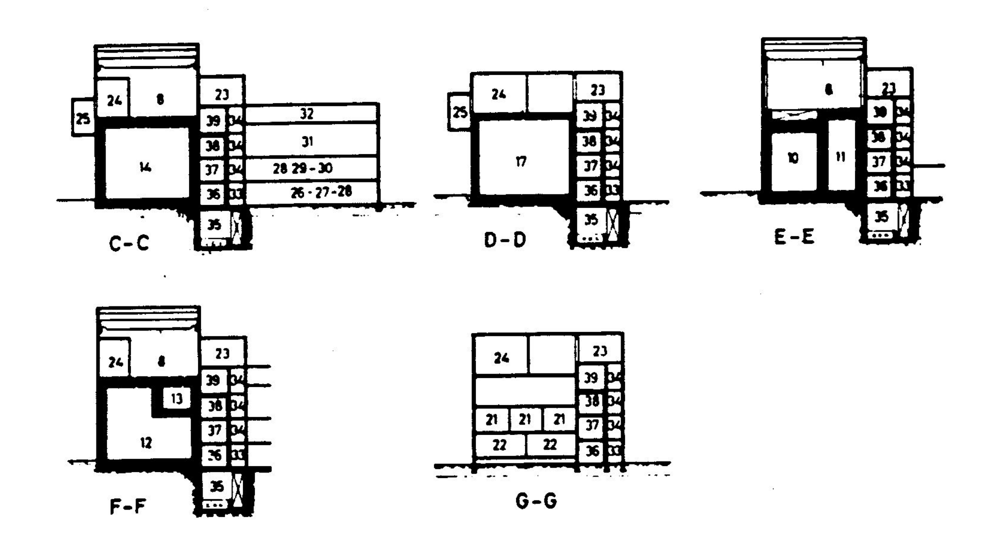


Enrichment up to 5% U235 Full water reflection				
Design for the following reactor fuels				
	BR1	BR3	EL2	PWR
L mm	2134	2000	547.5	1800
ϕ or ϕ mm	ϕ26.75	ϕ 133	ϕ29.2	ϕ145
Cap. kg/day				
	without slugs	3 slugs	—	3 slugs
Level I l	64	64	64	64
Level II l	239	186	—	176
Level III l	558	452	—	441
Level IV l	2494	2388	—	2377

Plan d'aménagement du bâtiment principal de traitement, d'après l'avant-projet N°4. (I)
Source: RAE 1 (1963), p. 252-253.



Plan d'aménagement du bâtiment principal de traitement, d'après l'avant-projet N°4. (II)
Source: RAE 1 (1963), p. 252-253.



1. Arrivée des récipients
2. Fosse d'essai de fuites
3. Fosse de déchargement
4. Traitement mécanique
5. Piscine de stockage
6. Installation de recyclage de l'eau des piscines
7. Installation de décontamination
8. Hall desservi par pont roulant
9. Espace de réserve
10. Cellule du dissolveur
11. Cellule des gaz libérés pendant la dissolution
12. Ajustement de l'alimentation
13. Centrifugeuse
14. Récupération de l'acide
15. Cycle de co-décontamination et de partage
16. Récupération du solvant
17. 2e cycle d'U
18. Traitement final d'U
19. Traitement de Pu
20. Tunnels munis de pompes
21. Stockage des produits
22. Livraison des produits
23. Galerie de make up
24. Trappes de cellules et entrées d'air de ventilation
25. Refroidisseurs à air
26. Rez-de-chaussée : entrée, bureaux techniques
27. Rez-de-chaussée : contrôle de la physique de santé et vestiaires
28. Rez-de-chaussée : transformateurs
29. 1er étage : atelier d'électricité
30. " : atelier d'instrumentation
31. 2e étage : salle de commande
32. 3e étage : étage des câbles
33. Couloir d'accès du personnel
34. Câbles et alimentations (distributions)
35. Canalisations d'évacuation de déchets et de ventilation
36. Couloir d'accès aux cellules
37. Canalisations actives et pulseurs
38. Couloir de prélèvement
39. Couloir de commande contenant les transmetteurs
40. Cuves à déchets (en sous-sol)
41. Pompes à déchets (en sous-sol)
42. Dispositifs de physique de santé

LABORATOIRES D'ANALYSES

a. Cellule de stockage des échantillons
b. Cellules de dilution
c. Cellules protégées contre les rayons gamma
d. Boîtes à gants protégeant contre les rayons alpha
e. Hottes
f. Salles de comptage
g. Laboratoires inactifs, stockage des équipements, make up

Organigrammes de la Société à la fin de 1961, 1963 et 1966.

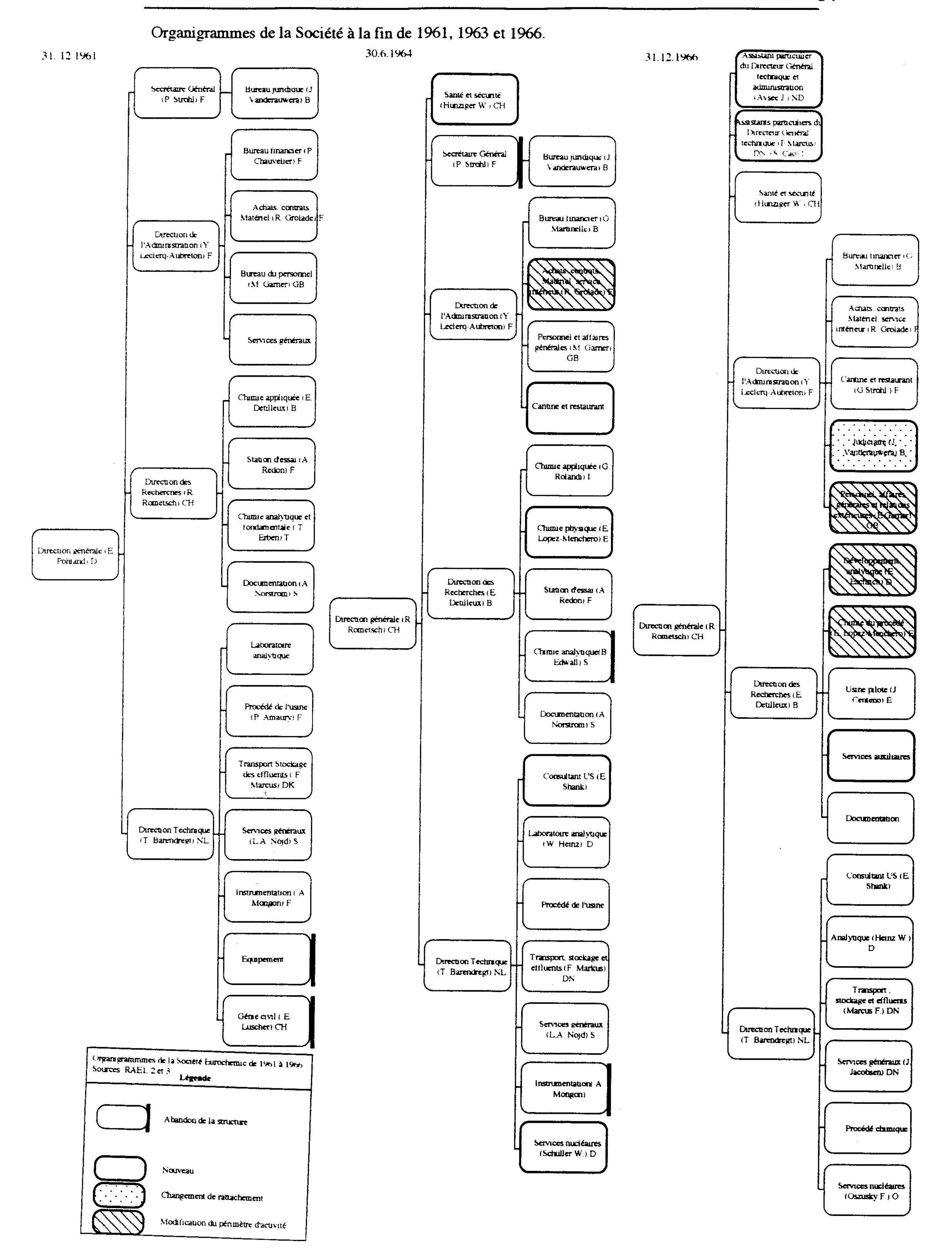
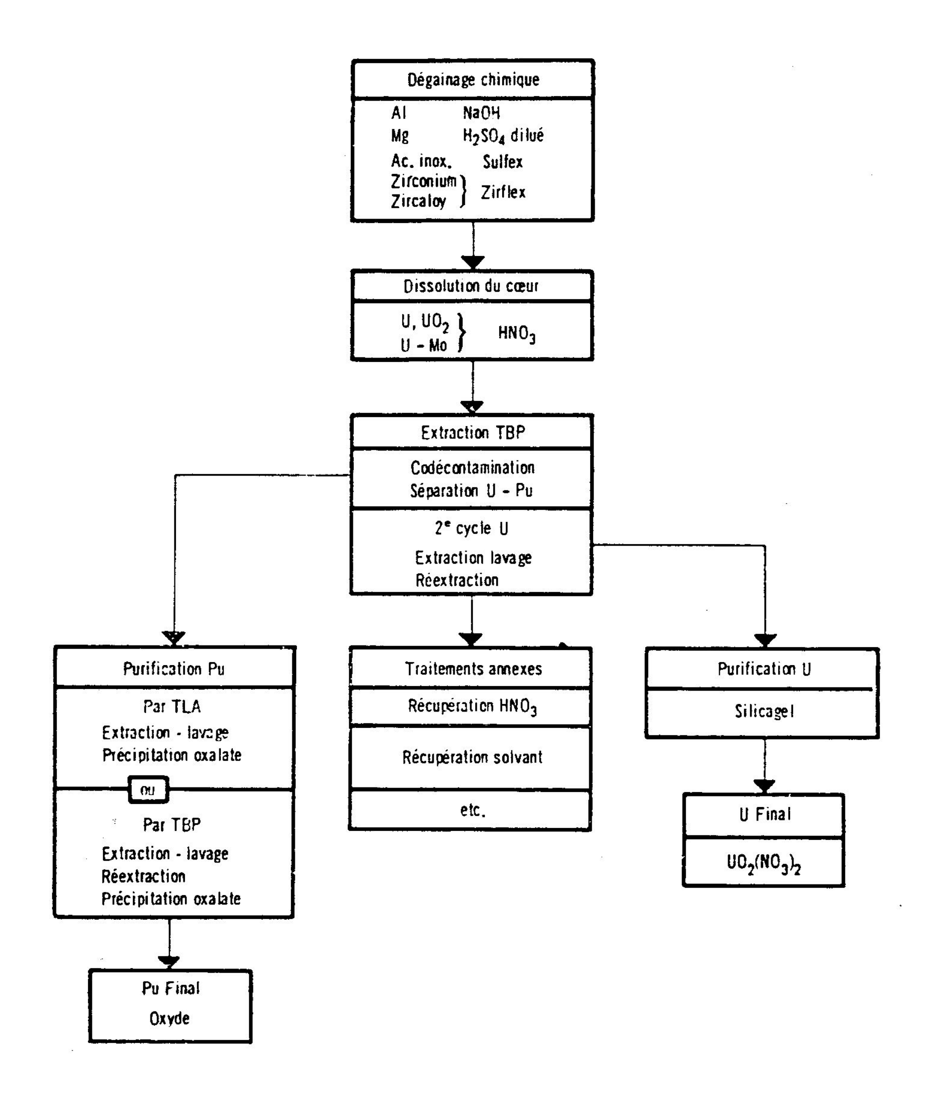
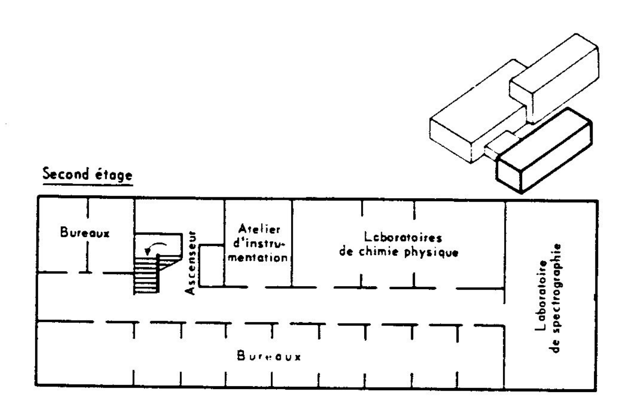
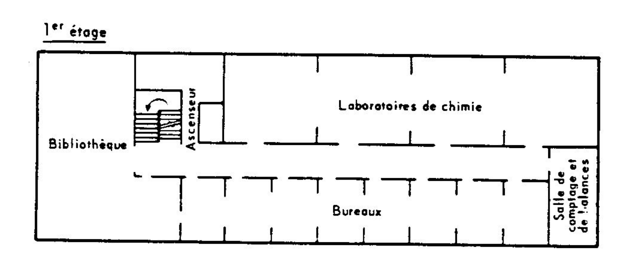


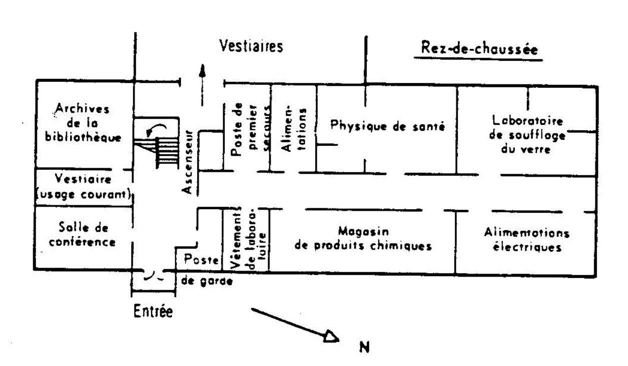
Schéma du procédé chimique et de ses variantes envisagés en avril 1963. La purification du plutonium n'est pas encore fixée, et le traitement des combustibles à uranium hautement enrichi n'est pas prévu.
Source: EUROCHEMIC-AEEN/OCDE (1963a), p.221.



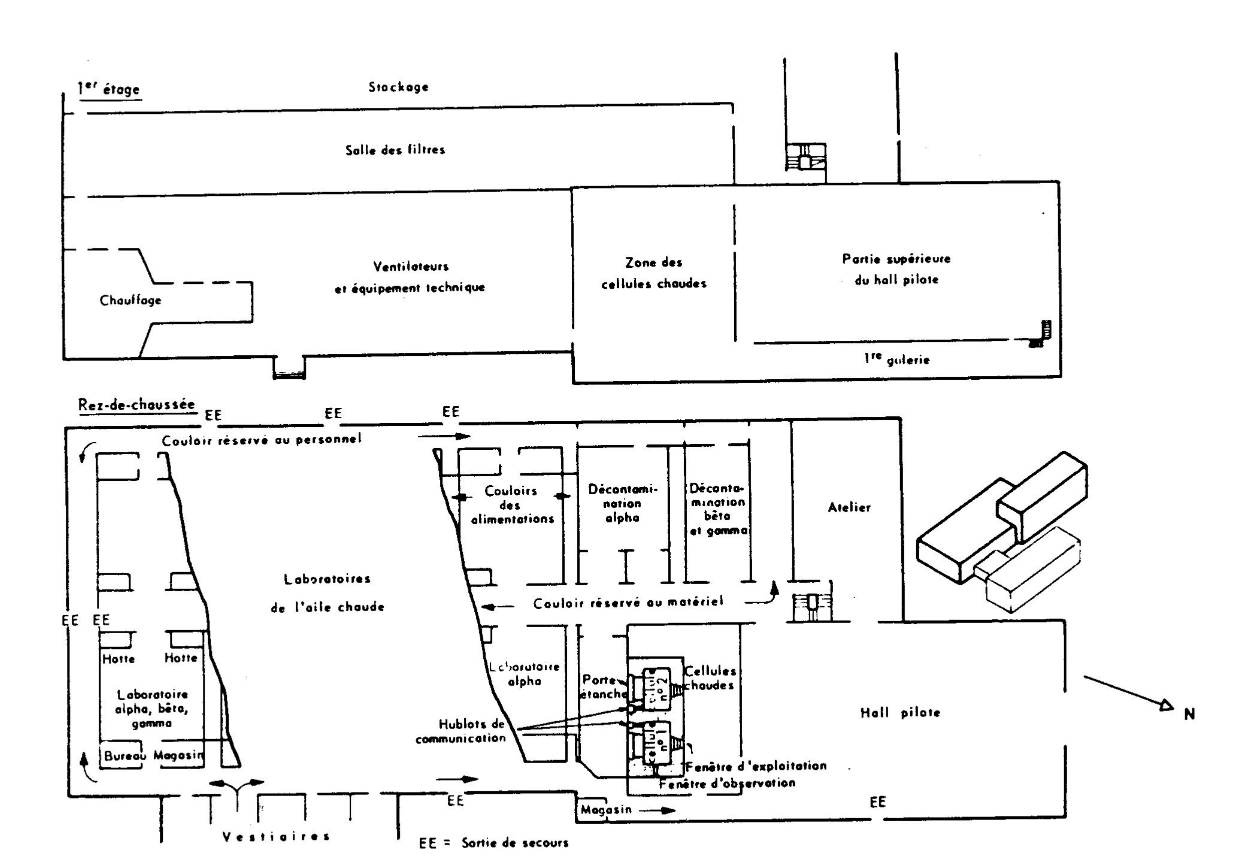
Plan de l'aile froide du laboratoire de recherches.
Source: RAE 1 (1963), p. 330.



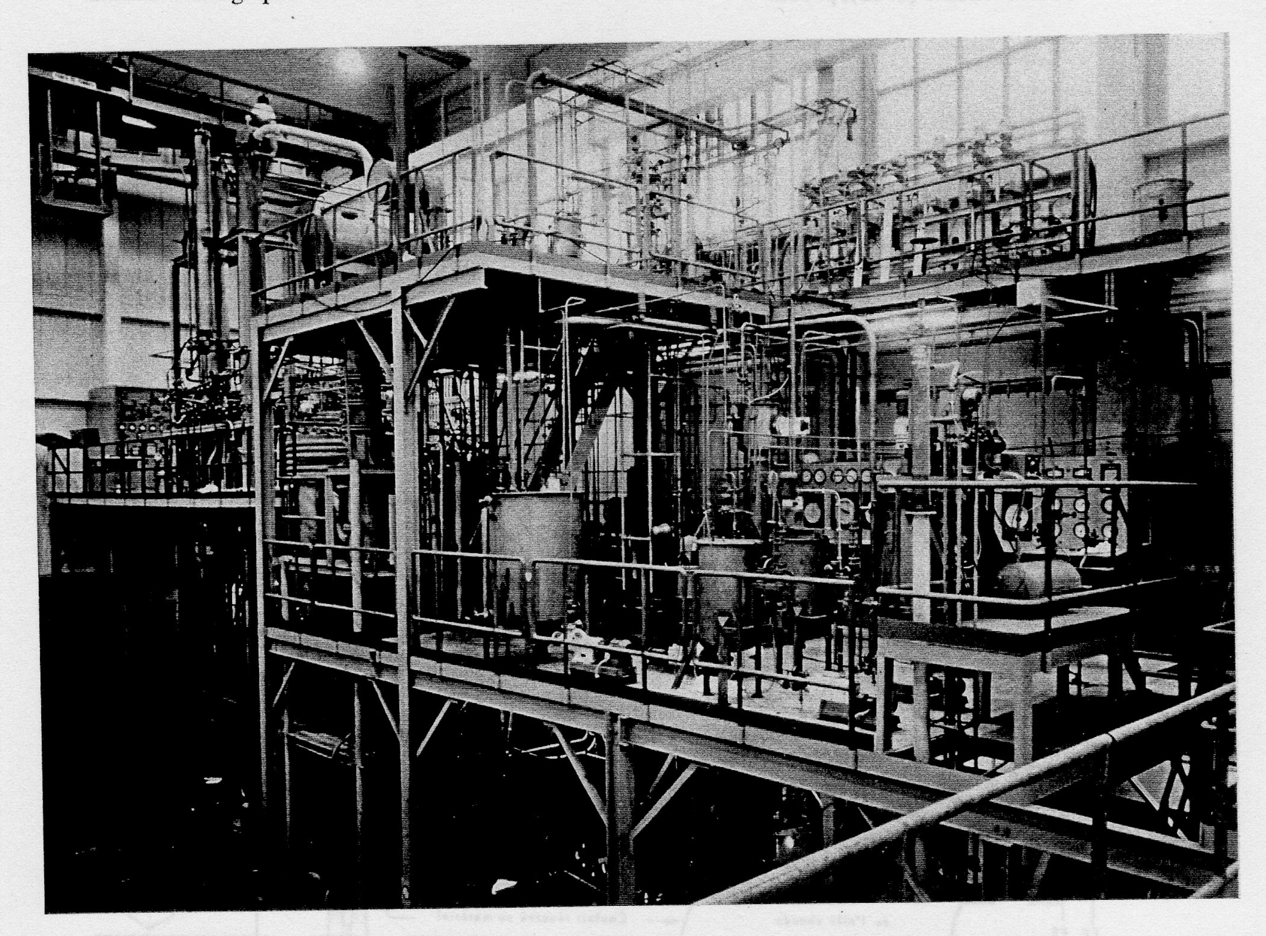


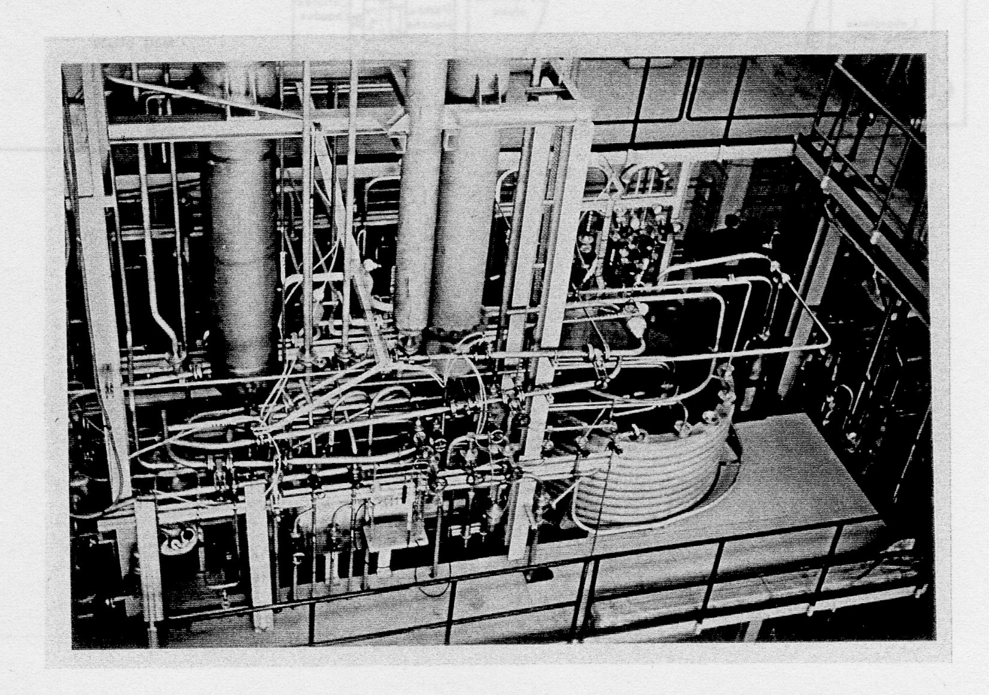


Plan de l'aile chaude du laboratoire de recherches, des cellules chaudes et du hall des pilotes.
Source: RAE 1 (1963), p. 333.

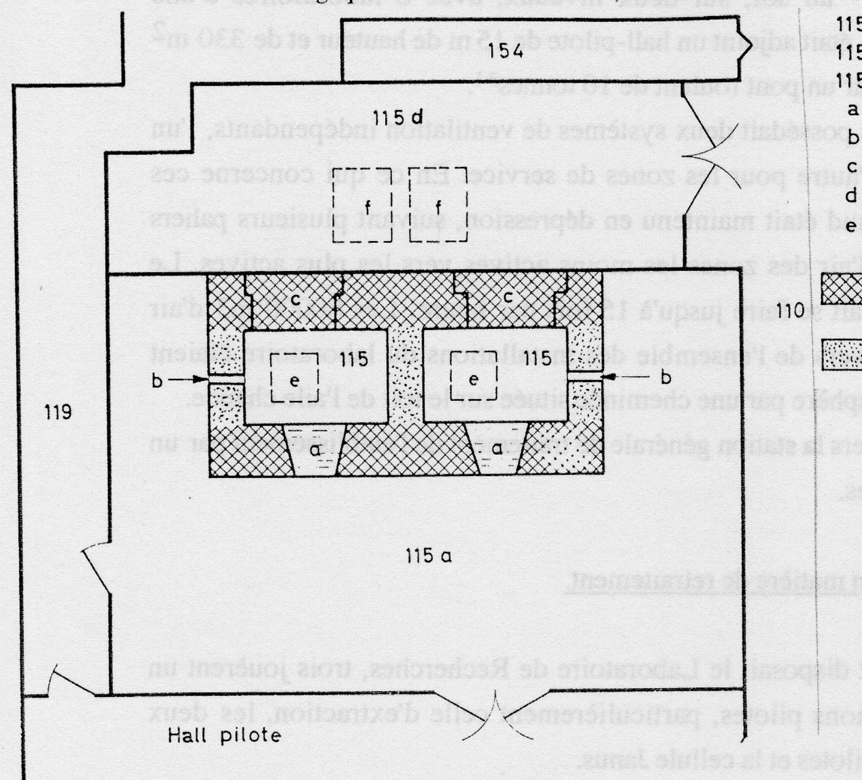


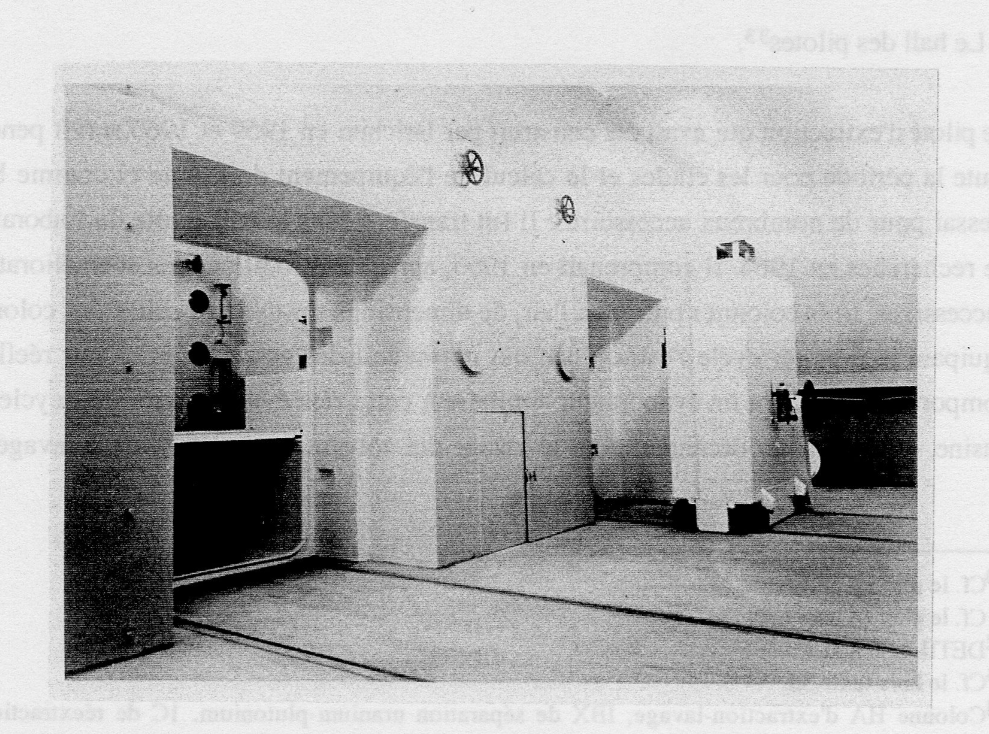
En haut: vue d'ensemble des installations dans le hall des pilotes vers 1966.
En bas: détail du pilote du second dissolveur.
Source: Photographies du fonds Eurochemic, sans date.



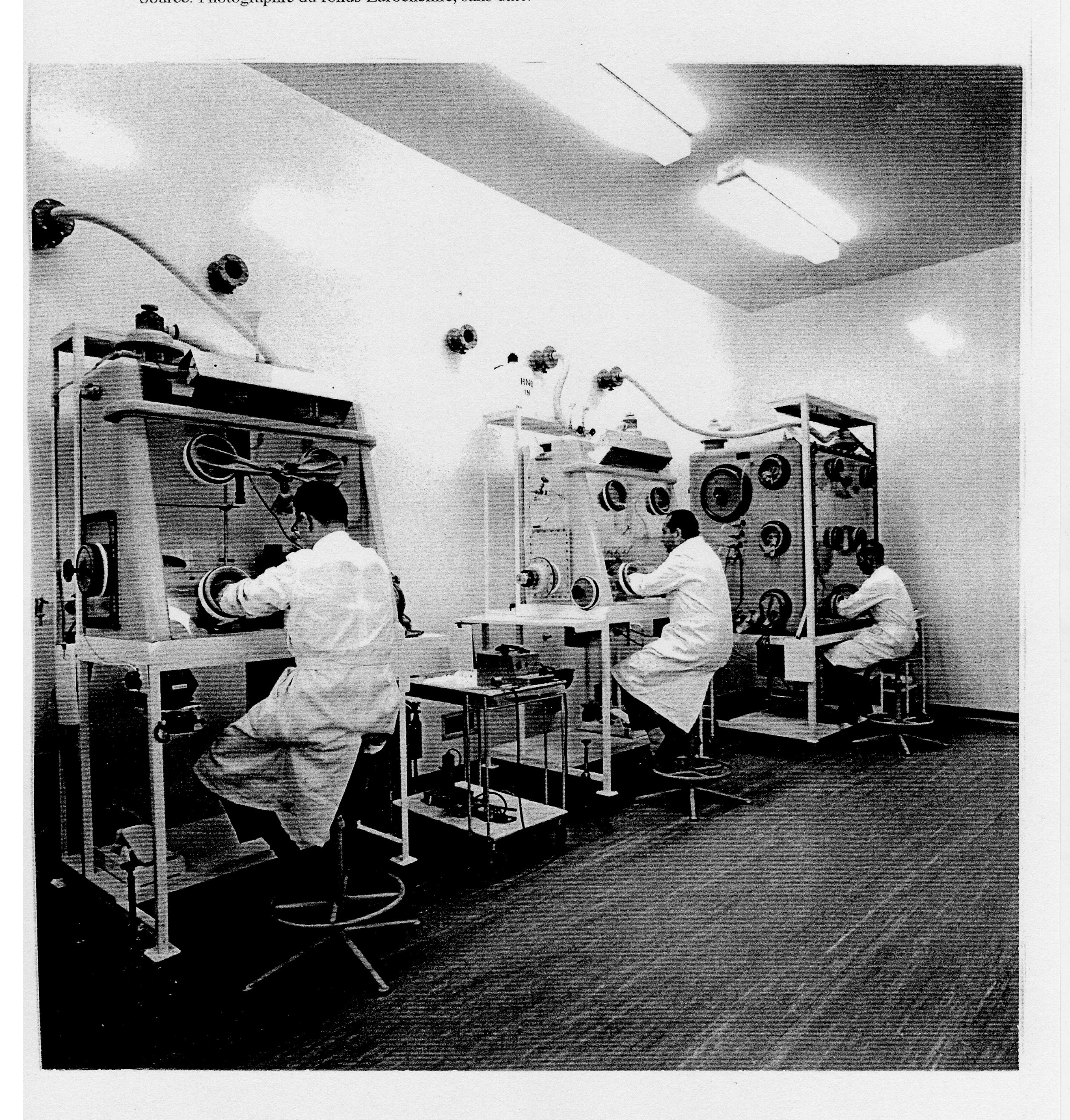


En haut: plan des cellules chaudes jumelées alpha situées à l'entrée du hall des pilotes.
Source: RAE 3, p. 38.
En bas: la zone d'accès 115d, avec une porte bouchon et les rails de coulissage.
Source: Photographie du fonds Eurochemic, sans date.





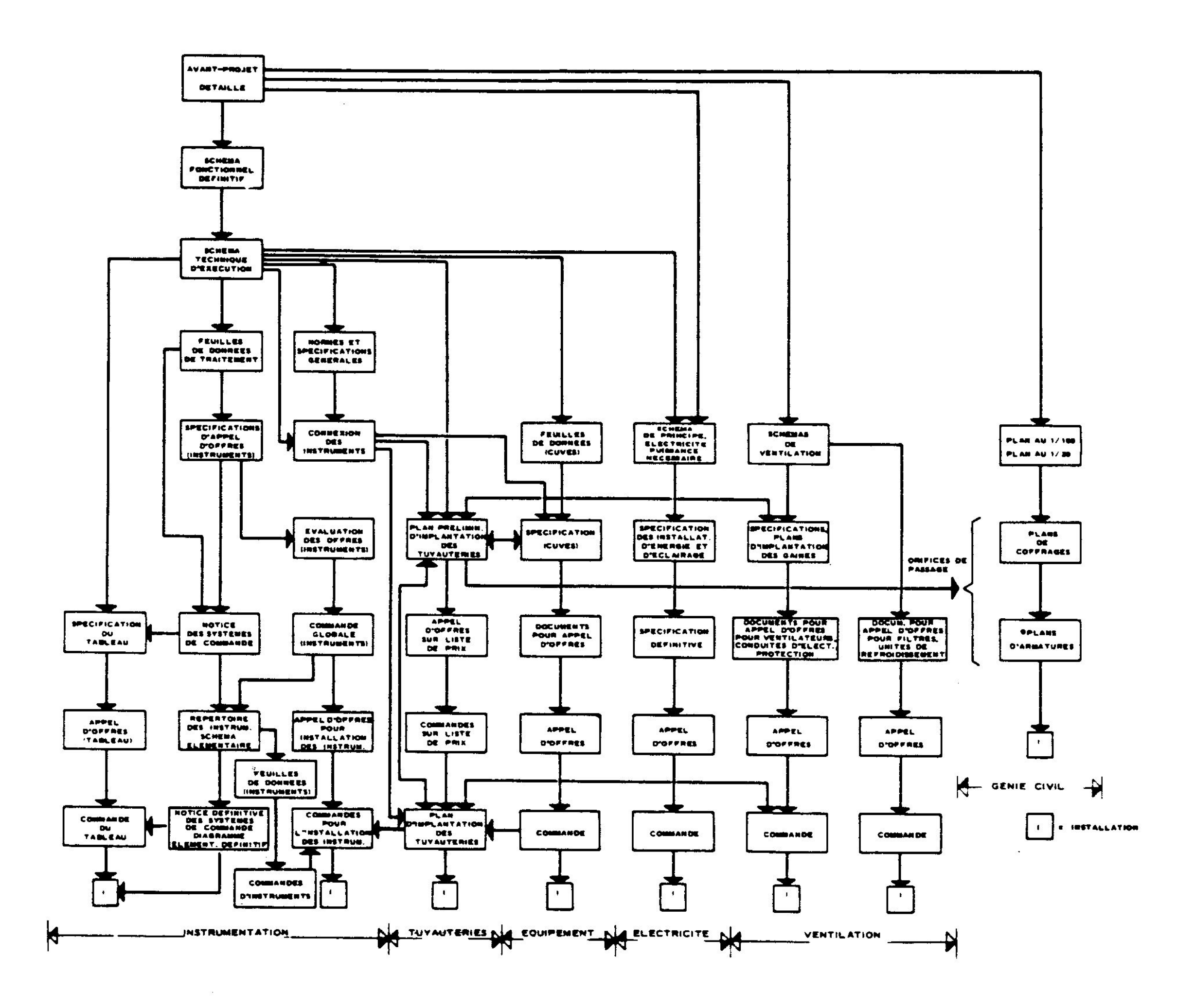
Ensemble de trois boîtes à gants dans le laboratoire de recherches, vers 1965. Du sommet des boîtes partent les tuyaux de raccordement au système de filtrage des gazs.
Source: Photographie du fonds Eurochemic, sans date.



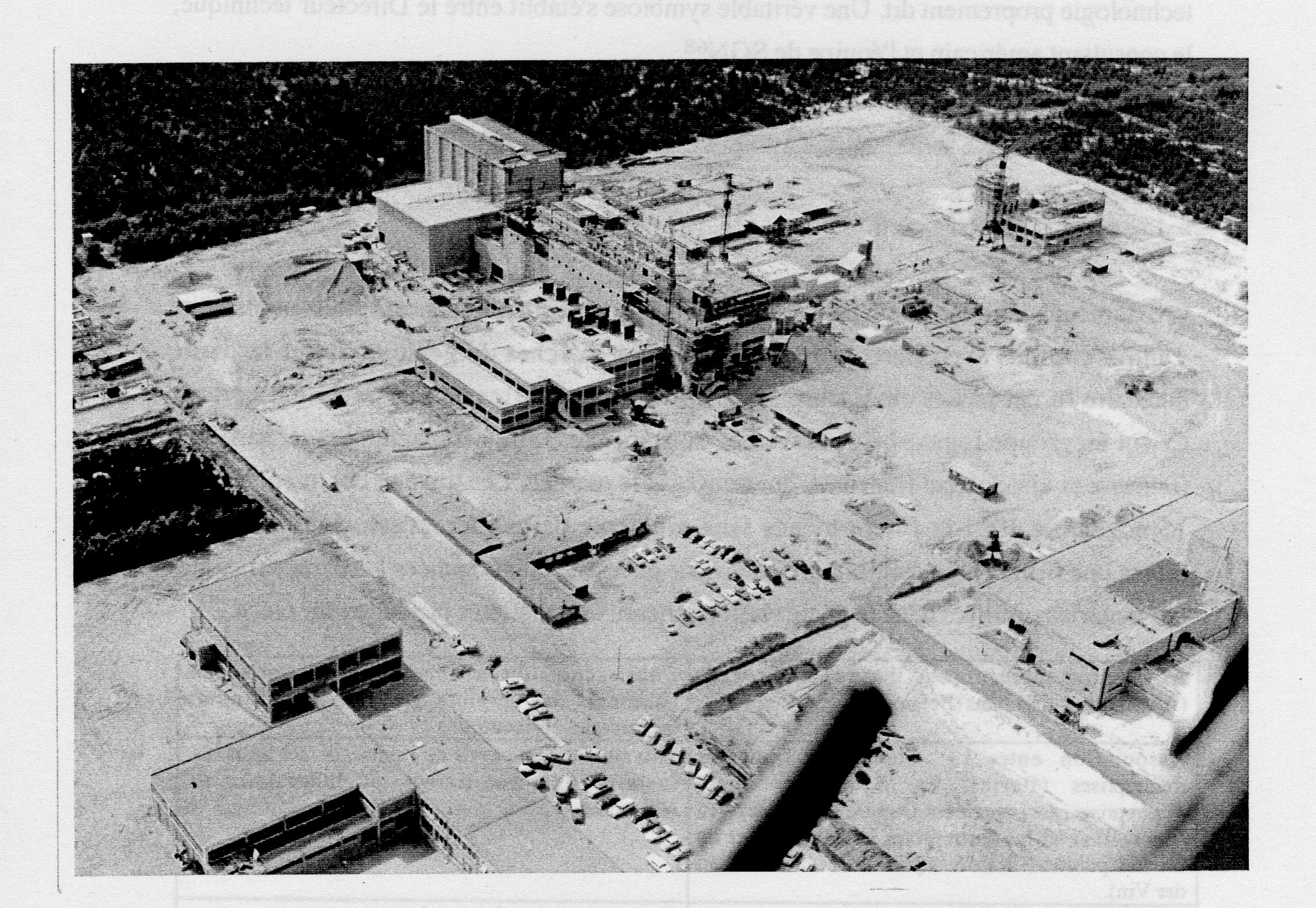
Travail en boîte à gants alpha dans le laboratoire de recherches.
Source: Photographie du fonds Eurochemic, sans date.



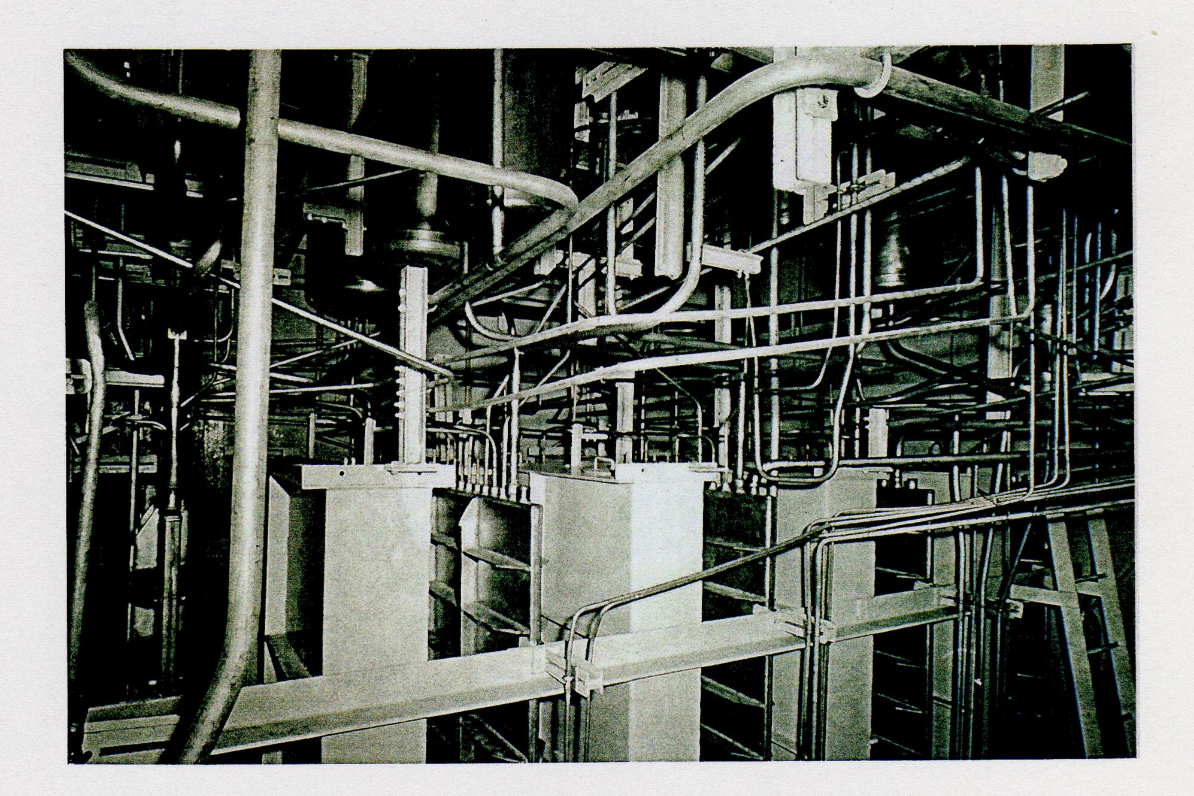
Schéma montrant les principales étapes de la coordination du projet, de l'avant-projet détaillé à l'installation, en passant par la procédure d'appels d'offres, pour l'usine et le bâtiment de stockage des produits finals.
Source: RAE 2, p. 74.



Vue aérienne du chantier, probablement prise en mai 1963.
Source: Photographie CEN/SCK C/EC-60, tirage daté du 4 juin 1963.



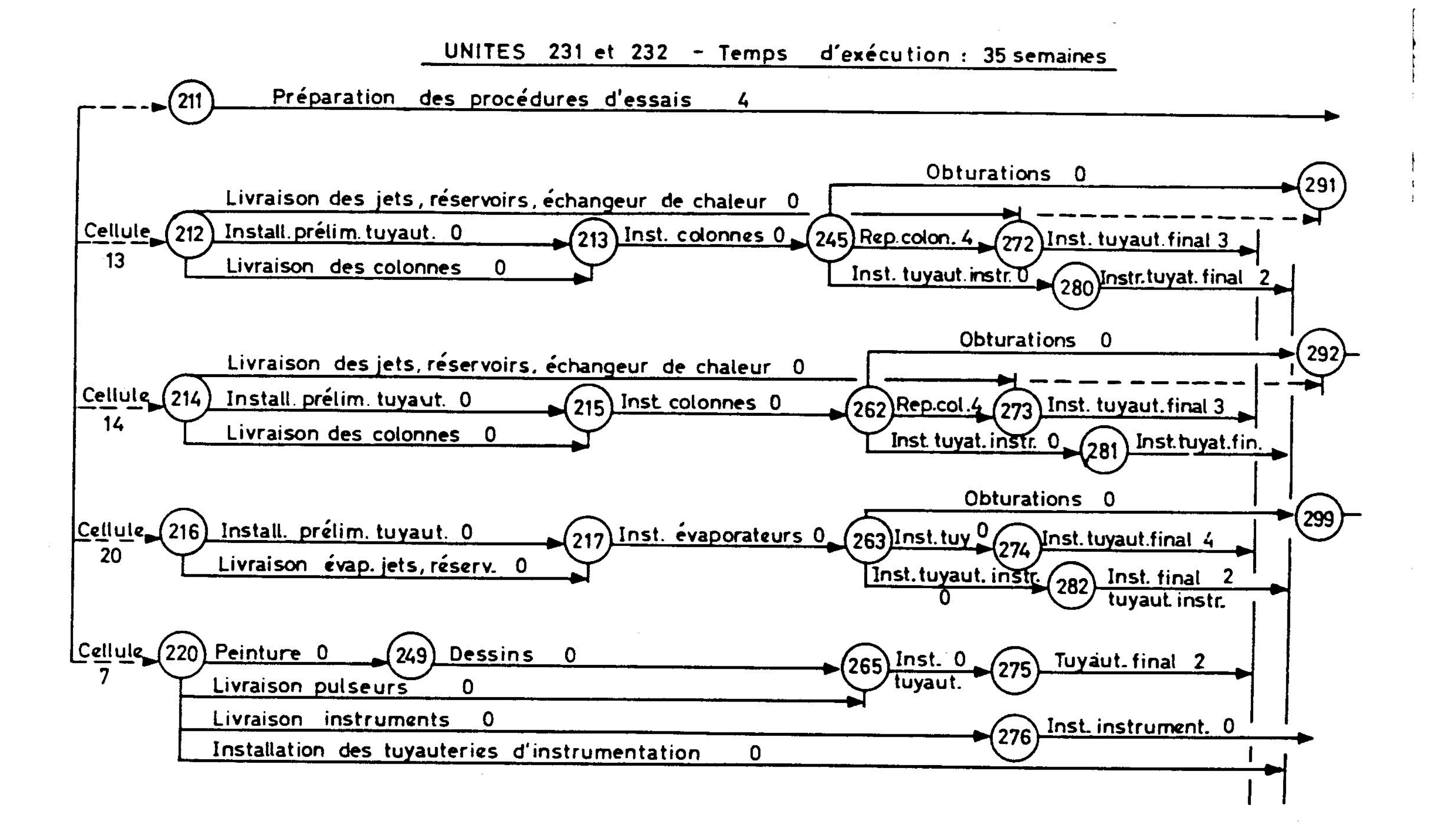
Photographie de l'intérieur d'une des cellules avant la mise en service de l'usine, montrant l'extrême complexité du réseau de tuyauteries.
Source: Photographie du fonds Eurochemic, sans date.



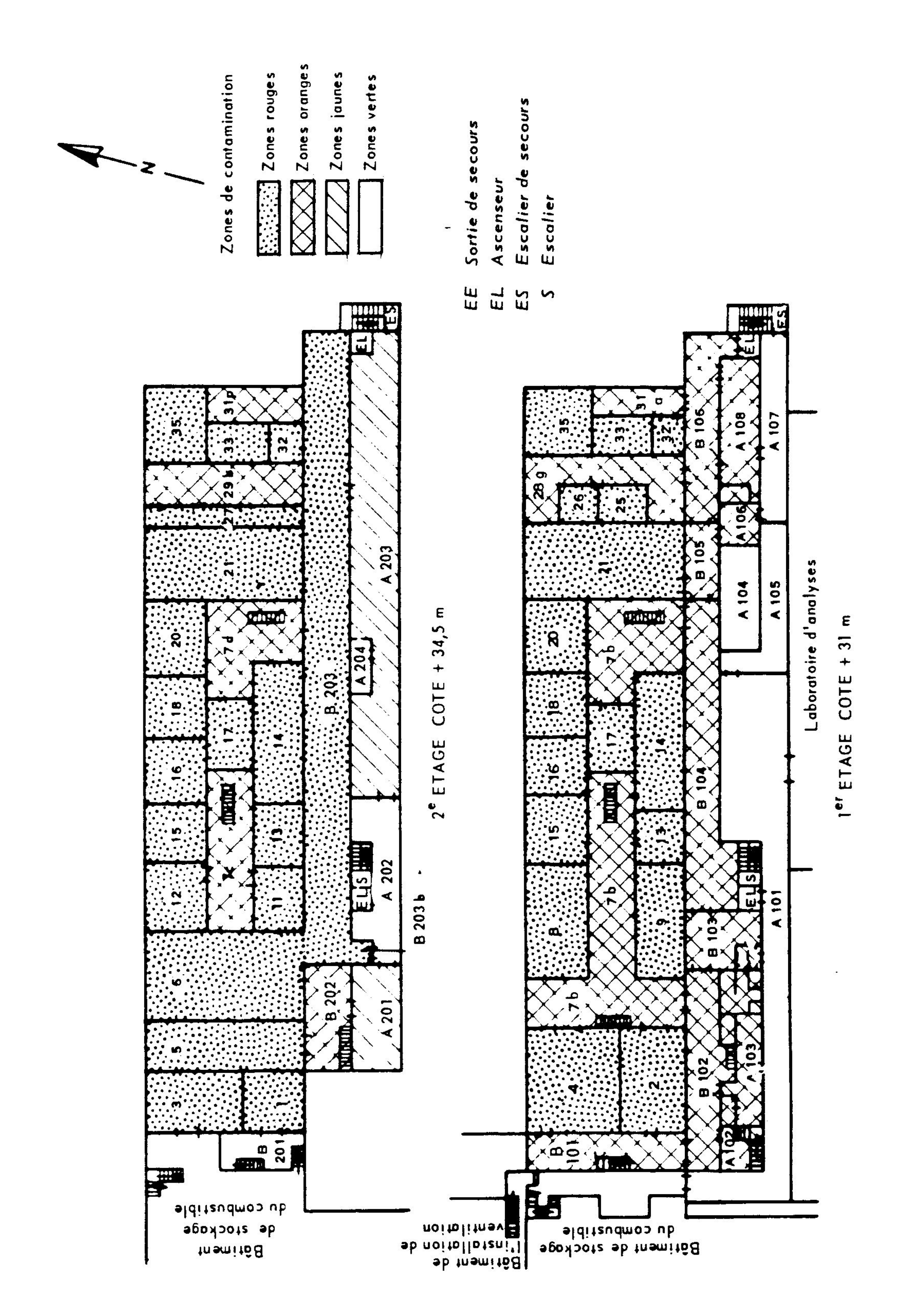
Installation par hélicoptère d'une des colonnes pulsées de l'usine en janvier 1965.
Source: diapositive prise par Earl Shank.



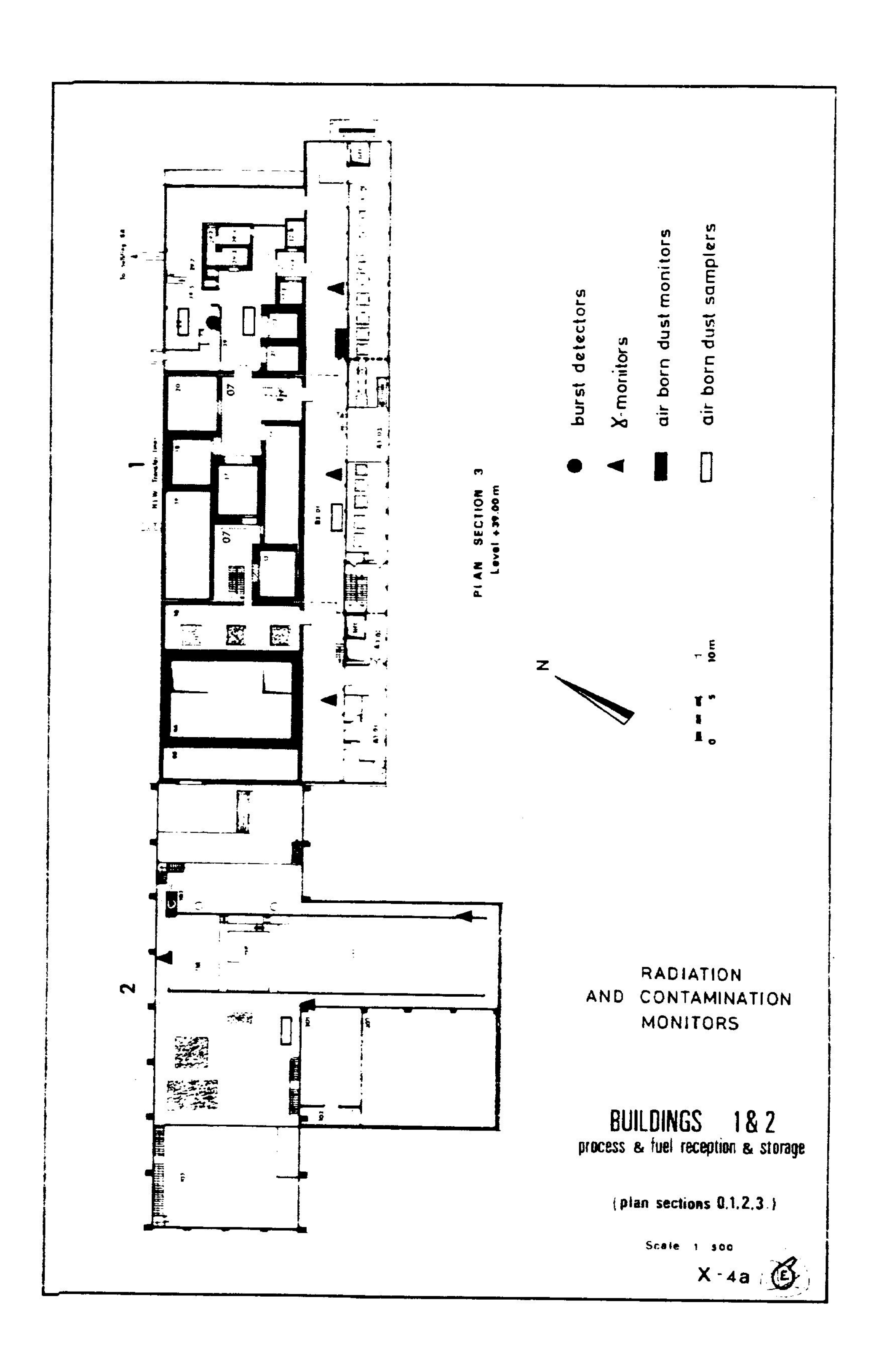
Partie du planning de construction de deux des cellules du bâtiment de traitement élaboré par la méthode du chemin critique par Comprimo.
Source: RAE 3, p. 181.



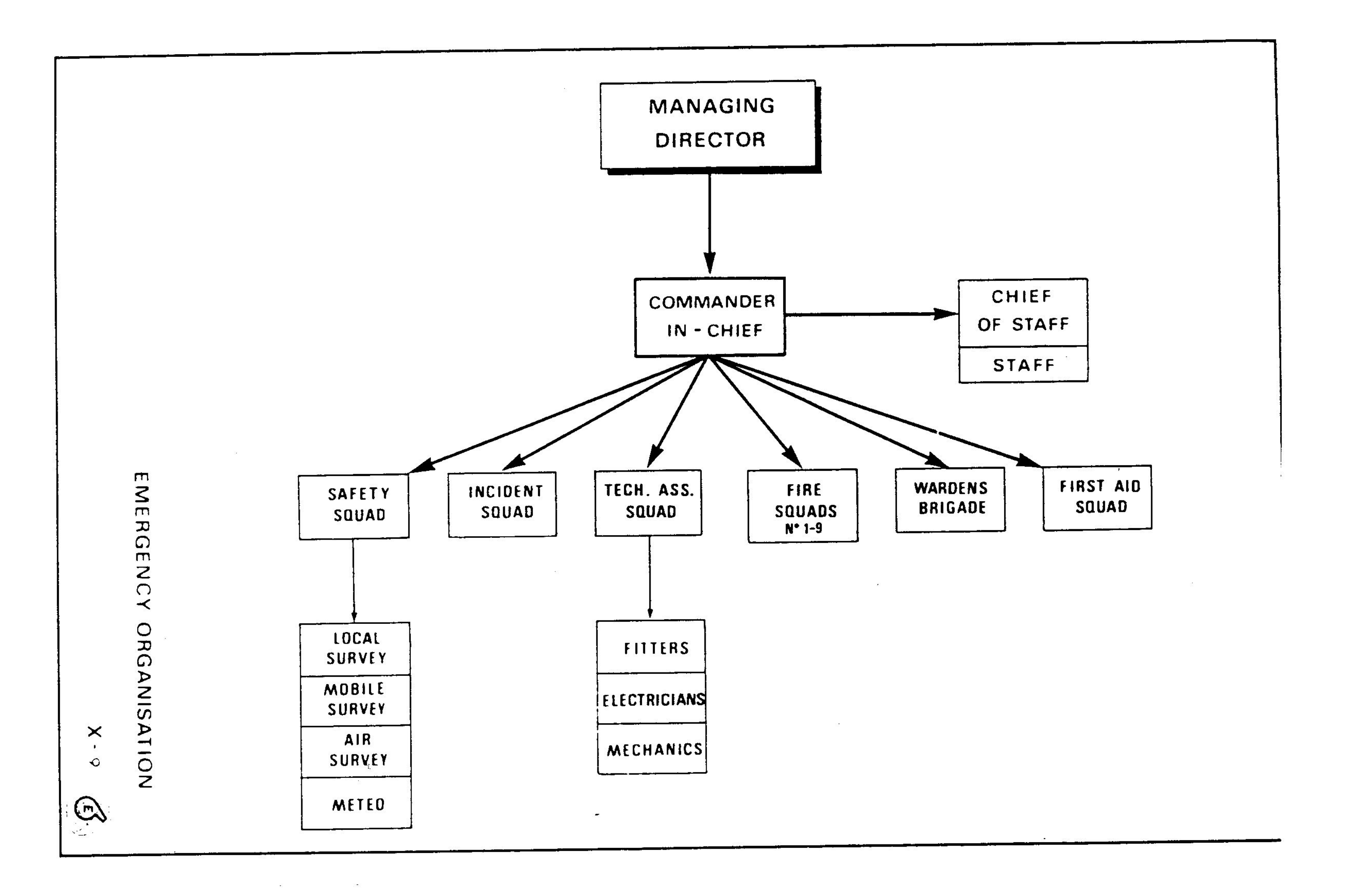
Principe de distribution des quatre "zones de contamination" aux premier et second étages du bâtiment de traitement.
Source: RAE 1, 1963, p. 283.



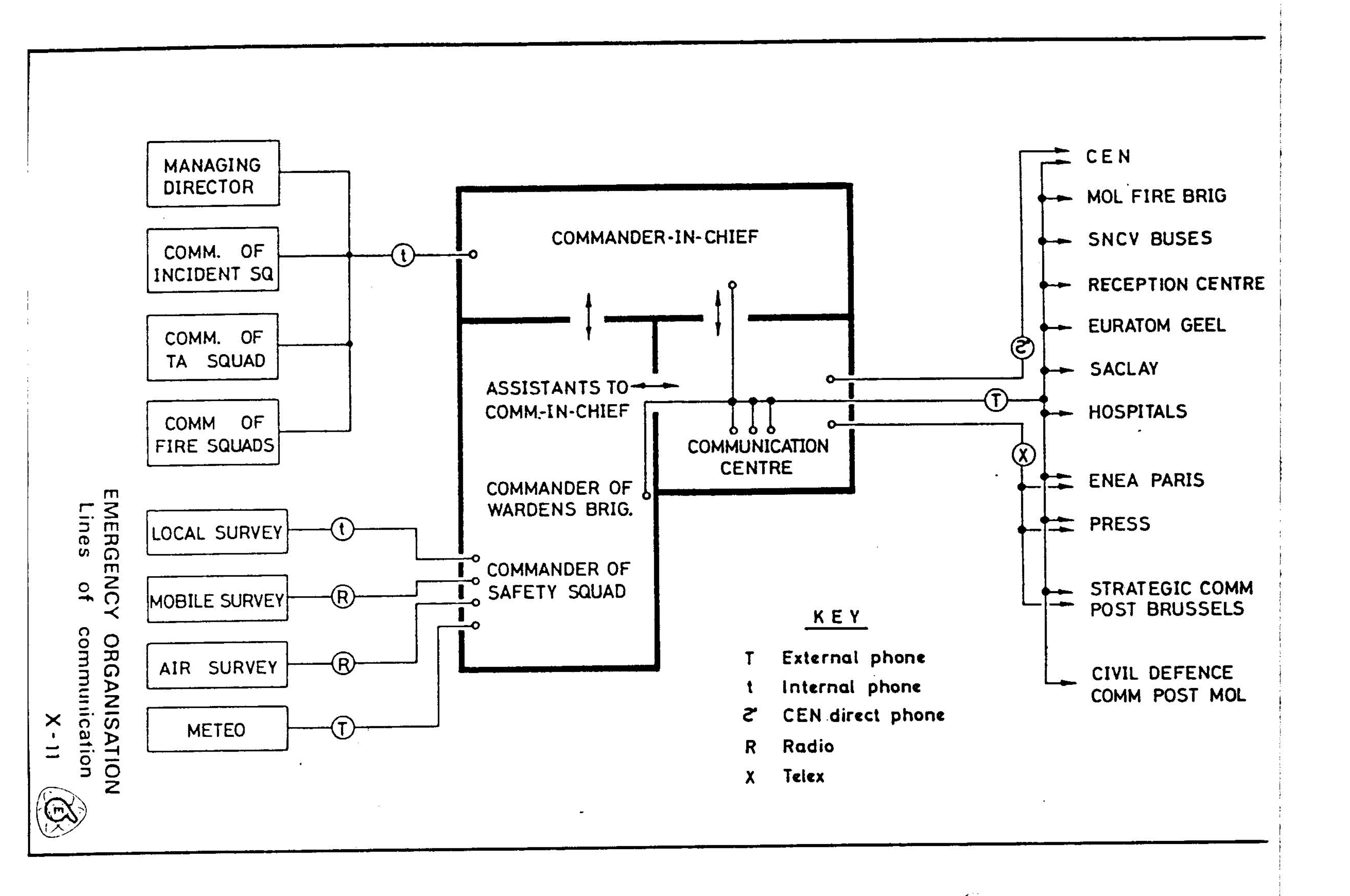
Le système de sécurité à l'intérieur des locaux : exemple de la disposition des détecteurs d'explosion, de radiation et de contamination au niveau 39 m des bâtiments 1 et 2.
Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, , X-4a.



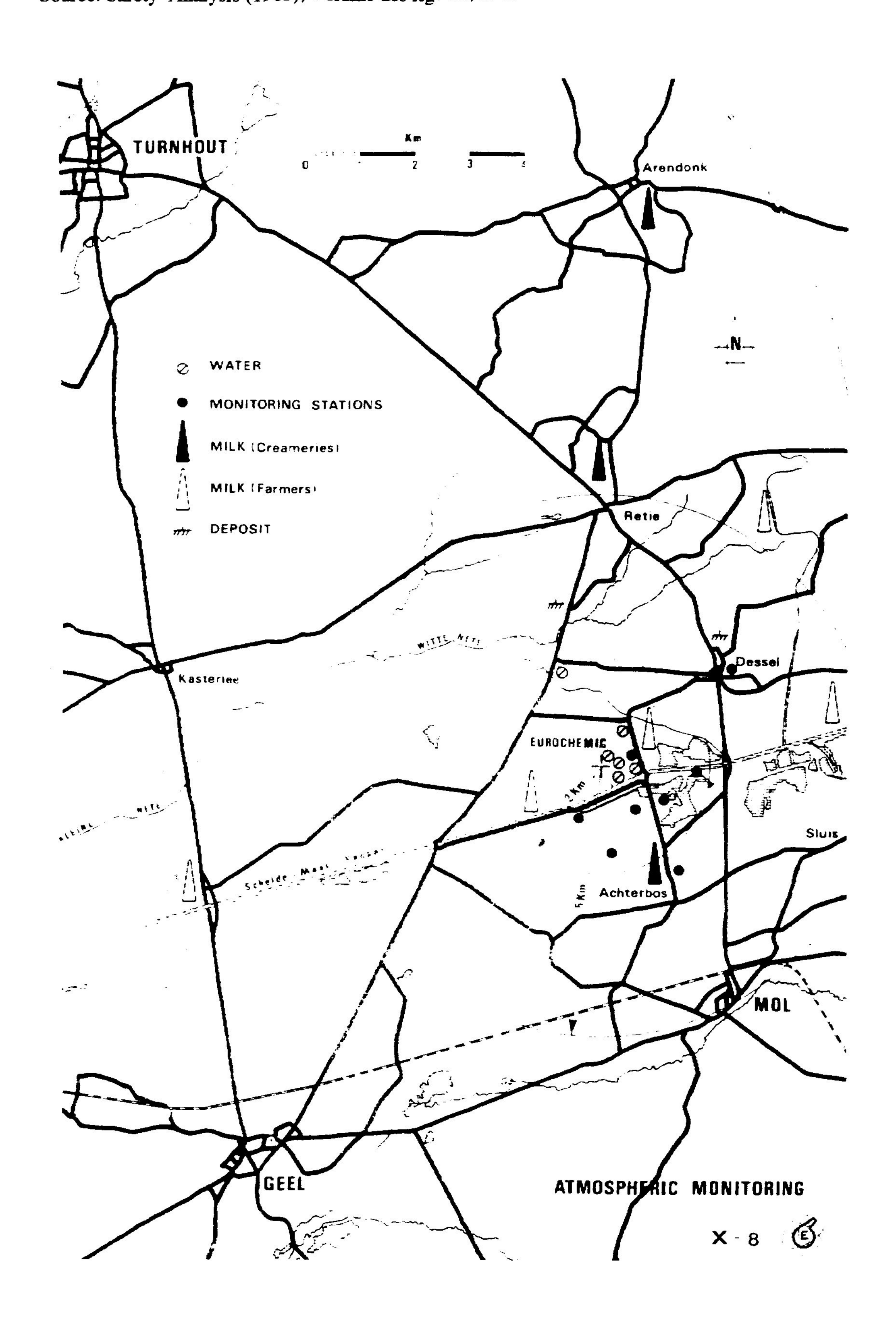
L'organisation de crise dans l'usine.
Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, X-9.



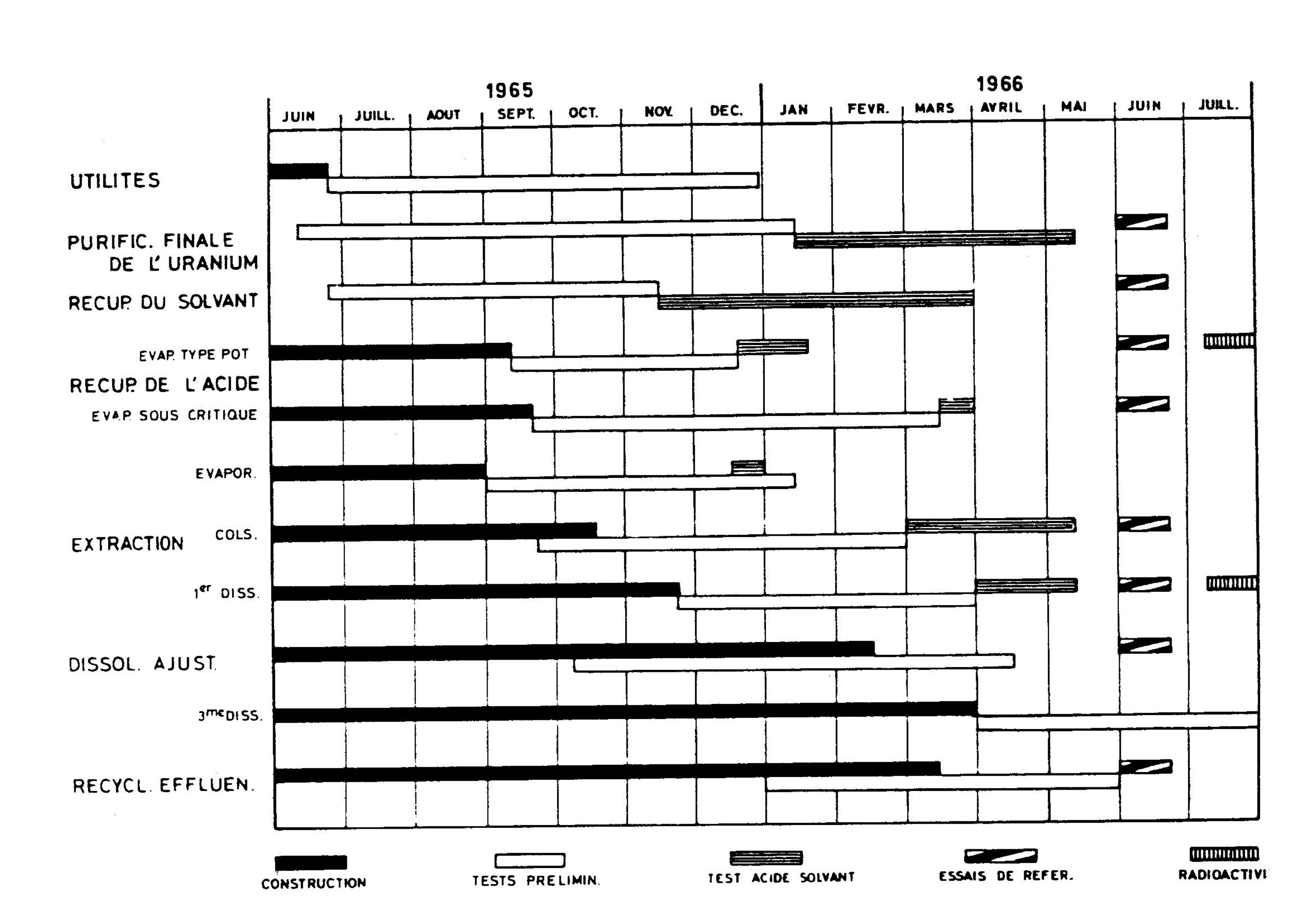
Le système de communications du quartier général de crise, situé dans le bâtiment 16.
Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, X-11.



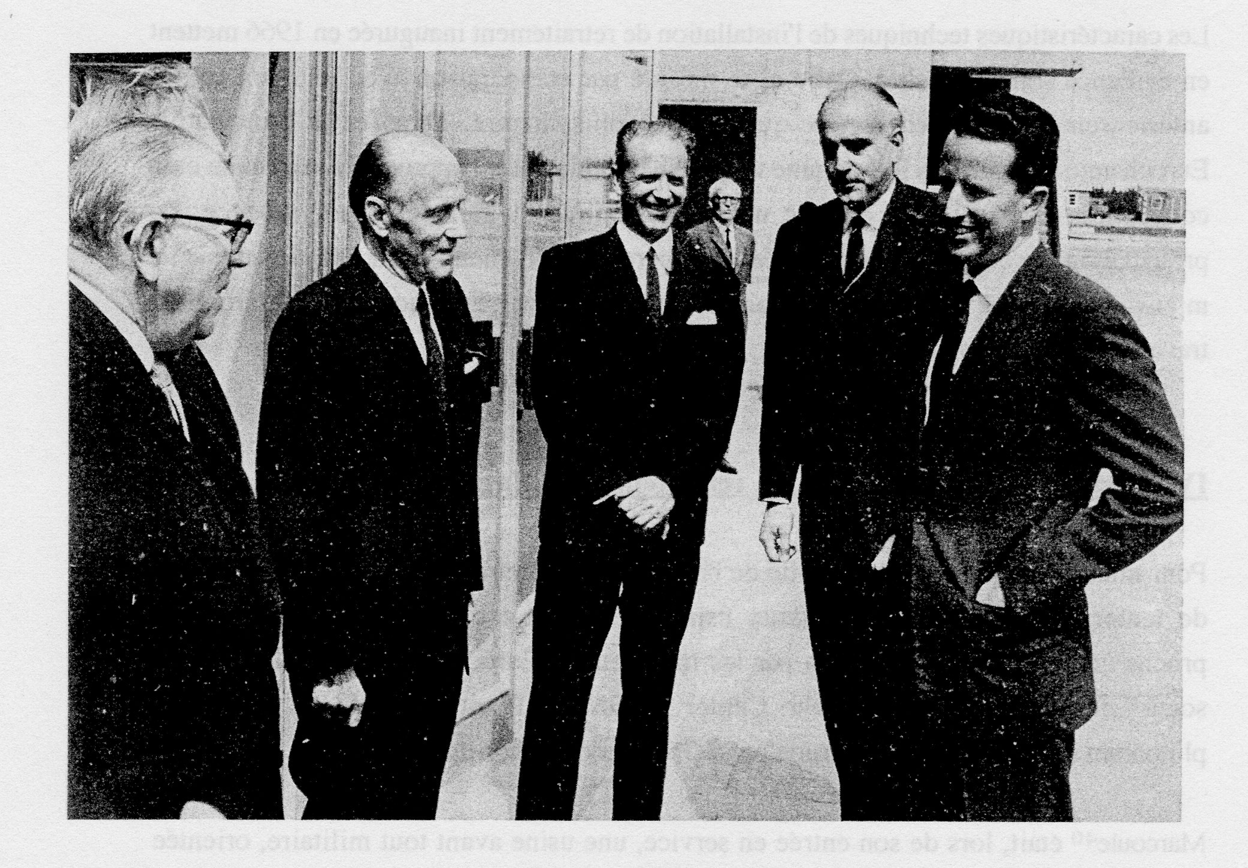
Le système de sécurité à l'extérieur des locaux. Surveillance externe des rejets gazeux. Lieux de prélèvement de l'eau et du lait, disposition des stations de surveillance.
Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, X-8.



Calendrier de réception des principales unités de l'usine, montrant la succession des tests séparant la fin de la construction de l'entrée en actif. Au moment de l'inauguration de l'usine en juillet 1966 ne furent mis en actif que le premier dissolveur et un évaporateur.
Source: RAE 3, 1968, p. 206.



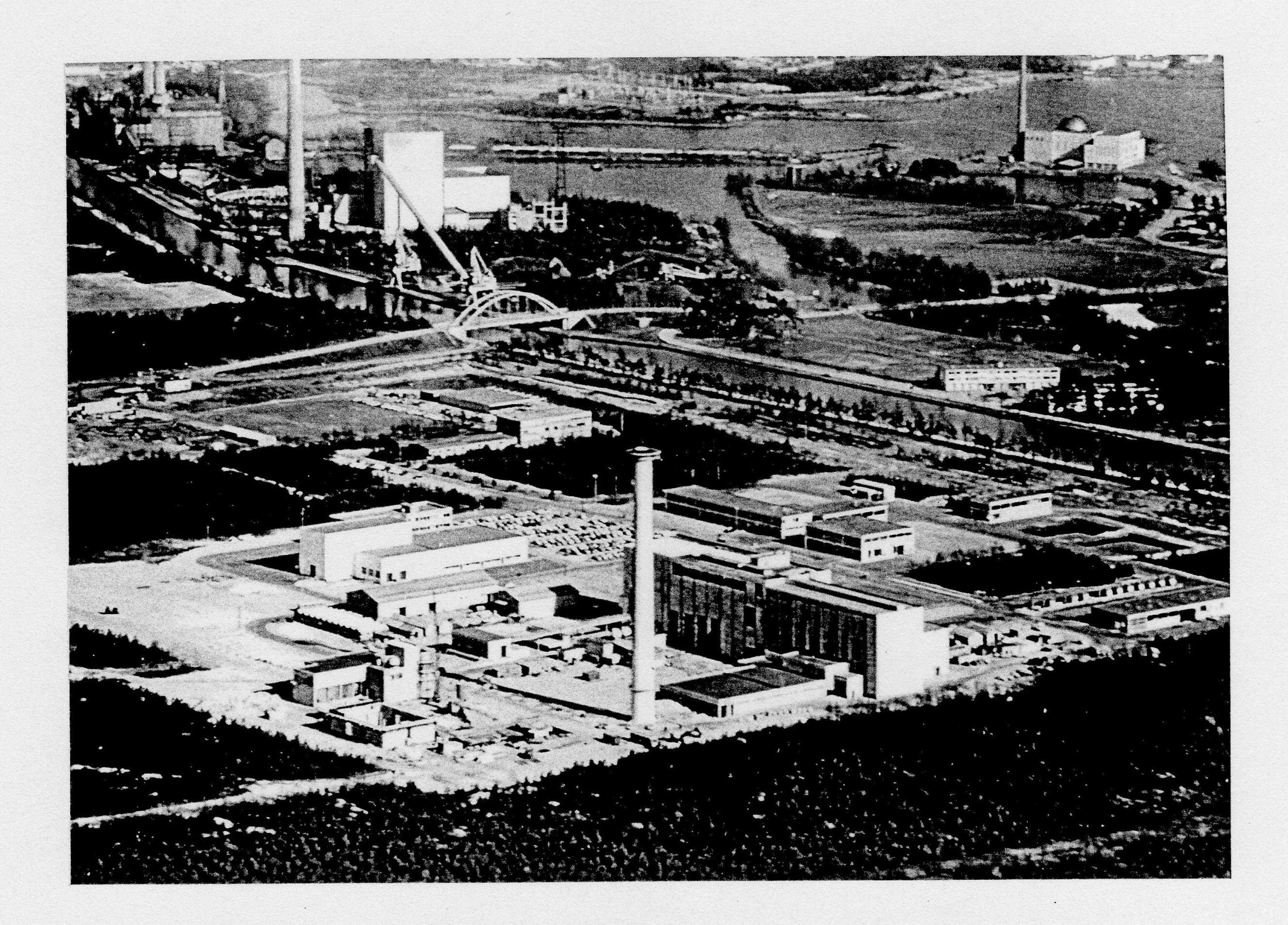
Photographie prise lors de l'inauguration de l'usine le 7 juillet 1966.
De droite à gauche: le Roi Baudouin, Rudolf Rometsch, Directeur général de la Société, Einar Saeland, Directeur général de l'AEEN et Walter Schulte-Meermann, Président du Conseil d'administration d'Eurochemic.
Source: RAEEN N°8, 1966, p. 25.



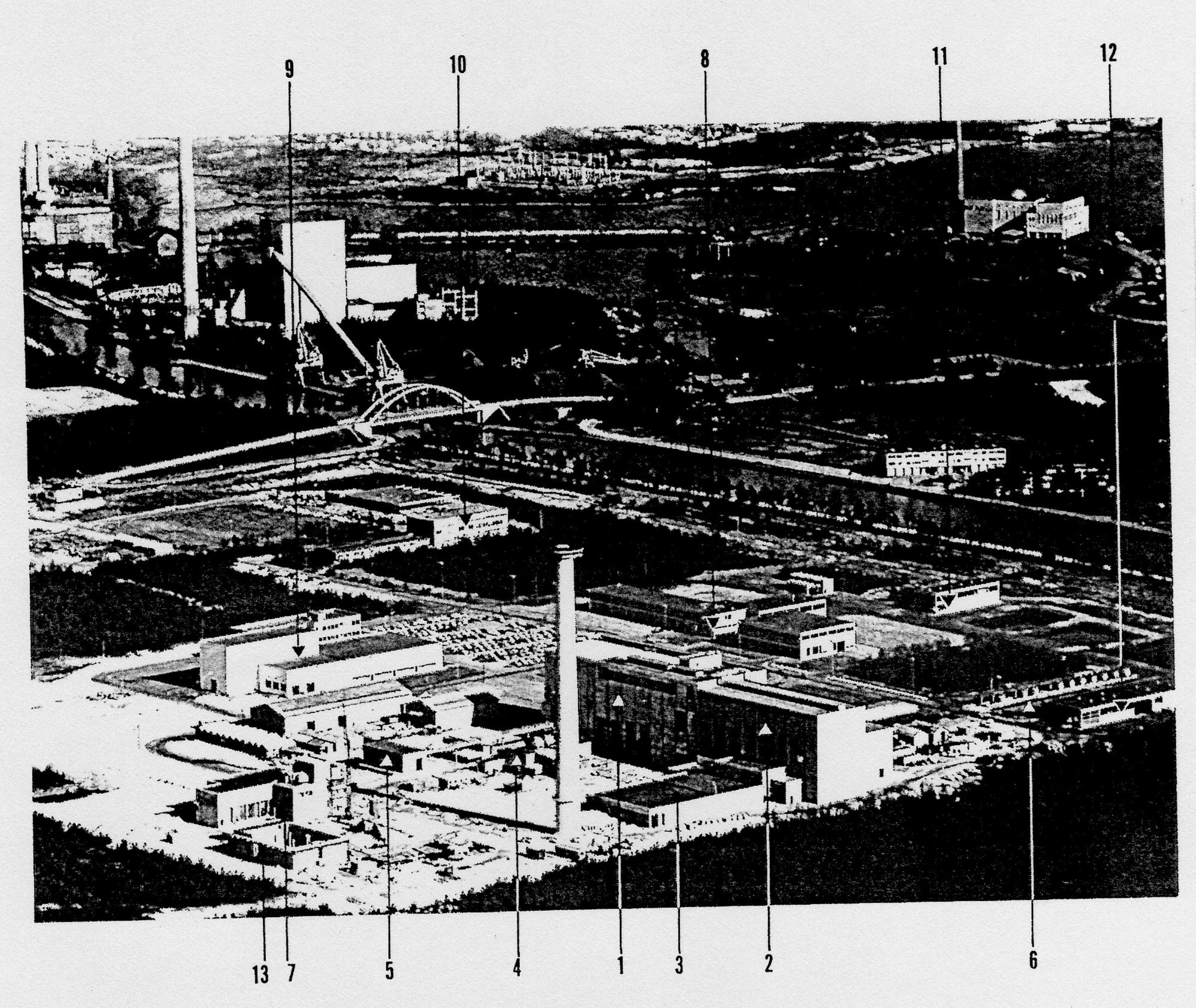
Vue générale de l'usine vers la fin de 1964, prise au téléobjectif à partir du toit du bâtiment administratif (N°11).
Source: Photographie du fonds Eurochemic, sans date.



Vue aérienne du site, prise vers le Sud-Est en 1965. Au-delà du pont sur le canal Meuse-Escaut, la centrale thermique EBES. Au fond à droite, sur le terrain du CEN, le réacteur BR3.
Source: Photographie du fonds Eurochemic, sans date.



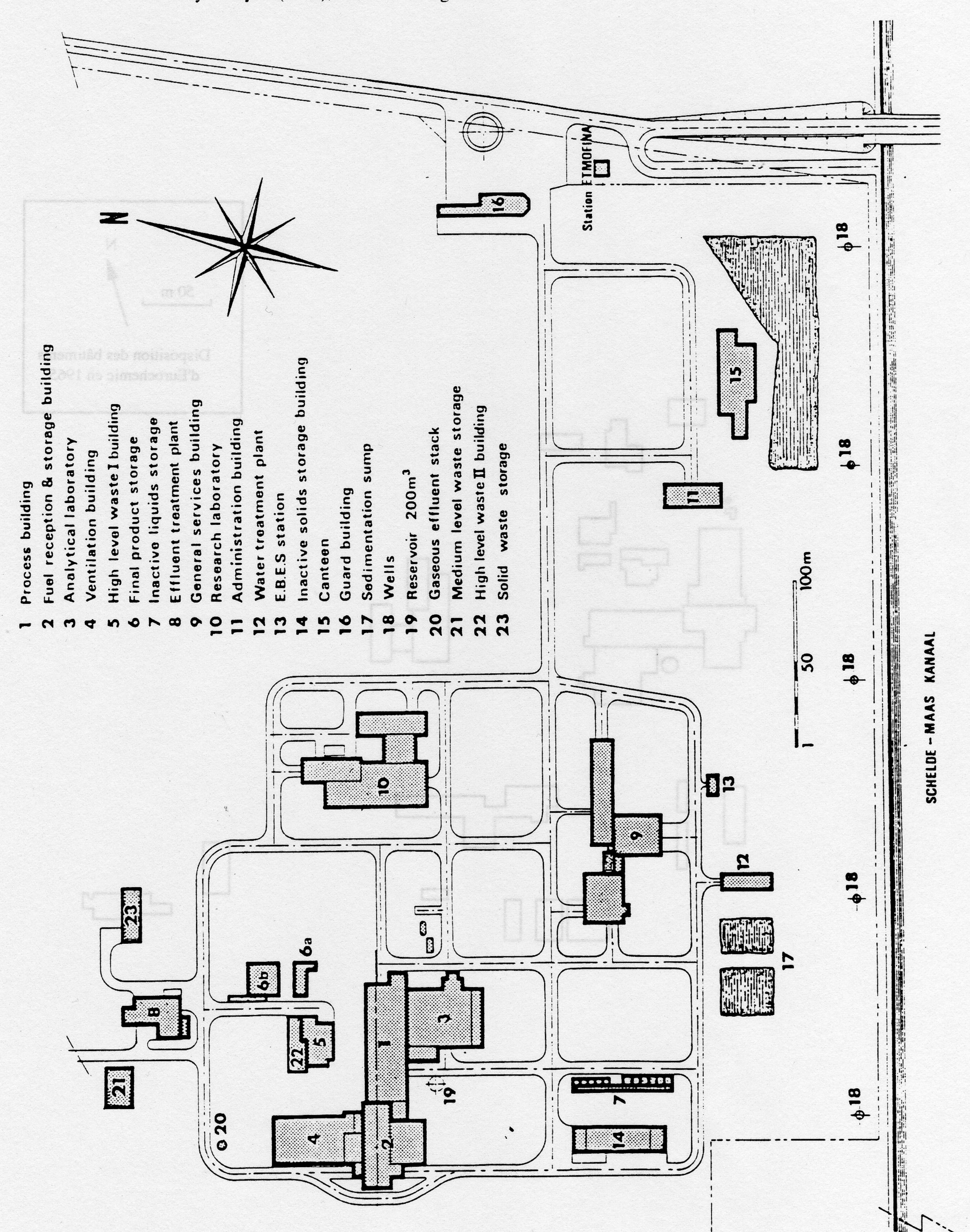
Vue aérienne du site, prise vers le Sud-Est en 1965, utilisée pour présenter l'usine dans le septième rapport de l'AEEN
Source: RAEEN N°7, décembre 1965, p. 13.



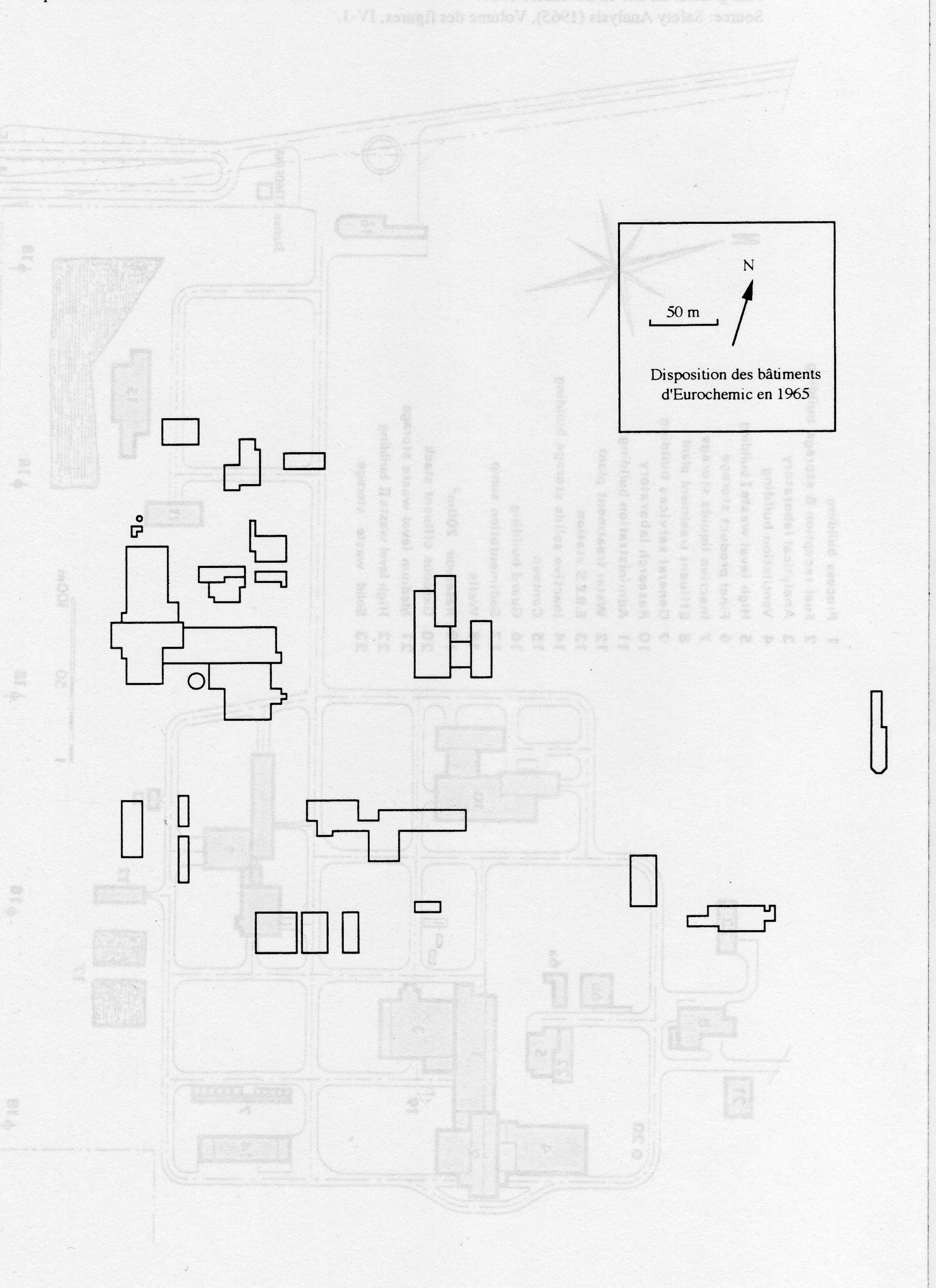
Vue aérienne de l'usine d'Eurochemic

1. Bâtiment de traitement principal
2. Bâtiment de réception et de stockage des combustibles
3. Bâtiment de la ventilation
4. Stockage des produits de fission
5. Stockage des produits finals
6. Stockage des liquides inactifs
7. Traitement des effluents
8. Bâtiment des services généraux
9. Laboratoire de recherches
10. Bâtiment de l'administration
11. Atelier de traitement des eaux
12. Stockage des produits solides inactifs
13. Stockage des effluents de moyenne activité

Plan général du site en novembre 1965.
Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, IV-1.



Disposition des bâtiments d'Eurochemic en 1965.



Plan de l'installation de retraitement de l'Idaho Center Processing Plant (ICPP) en 1955, soit deux années après sa mise en service.
Source du document en français: LEMON R.B., REID D.G. (1955), p. 615.
Source du document en anglais: USAEC (1955), p. 14.

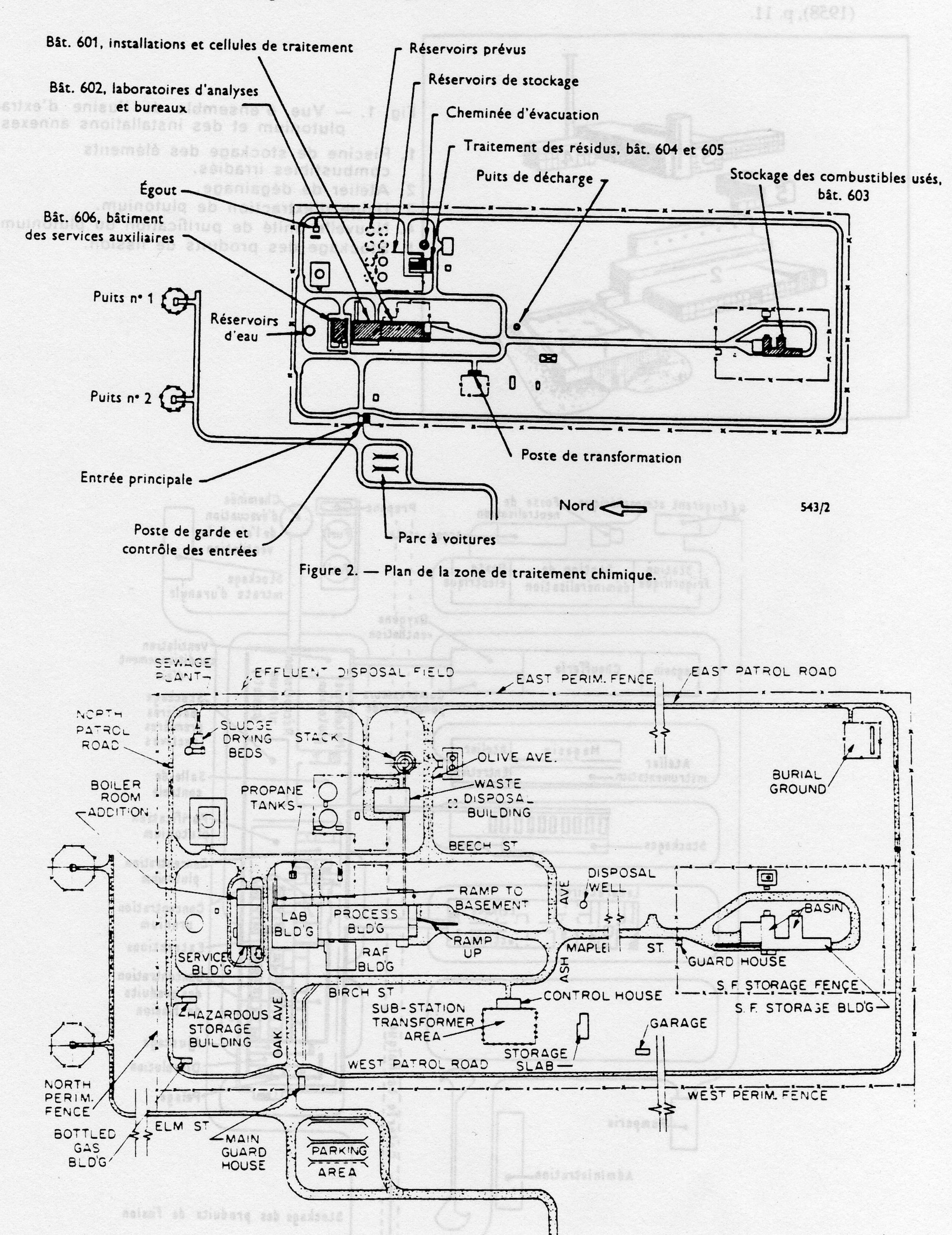


Figure 2. — Plan de la zone de traitement chimique.

Fig. 6 Chemical Processing Plant.

Schéma général de la disposition des bâtiments de l'usine de Marcoule et de ses installations annexes.
En haut: vue d'ensemble en 1963, schéma accompagnant une photographie du site, dans CURILLON R., COEURE M. (1963), p. 271.
En bas: schéma d'implantation de l'usine d'extraction du plutonium en 1958. Source: GALLEY R. (1958), p. 11.

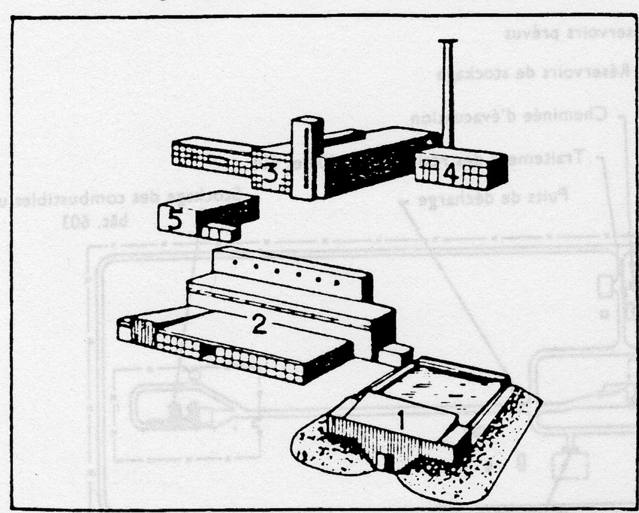
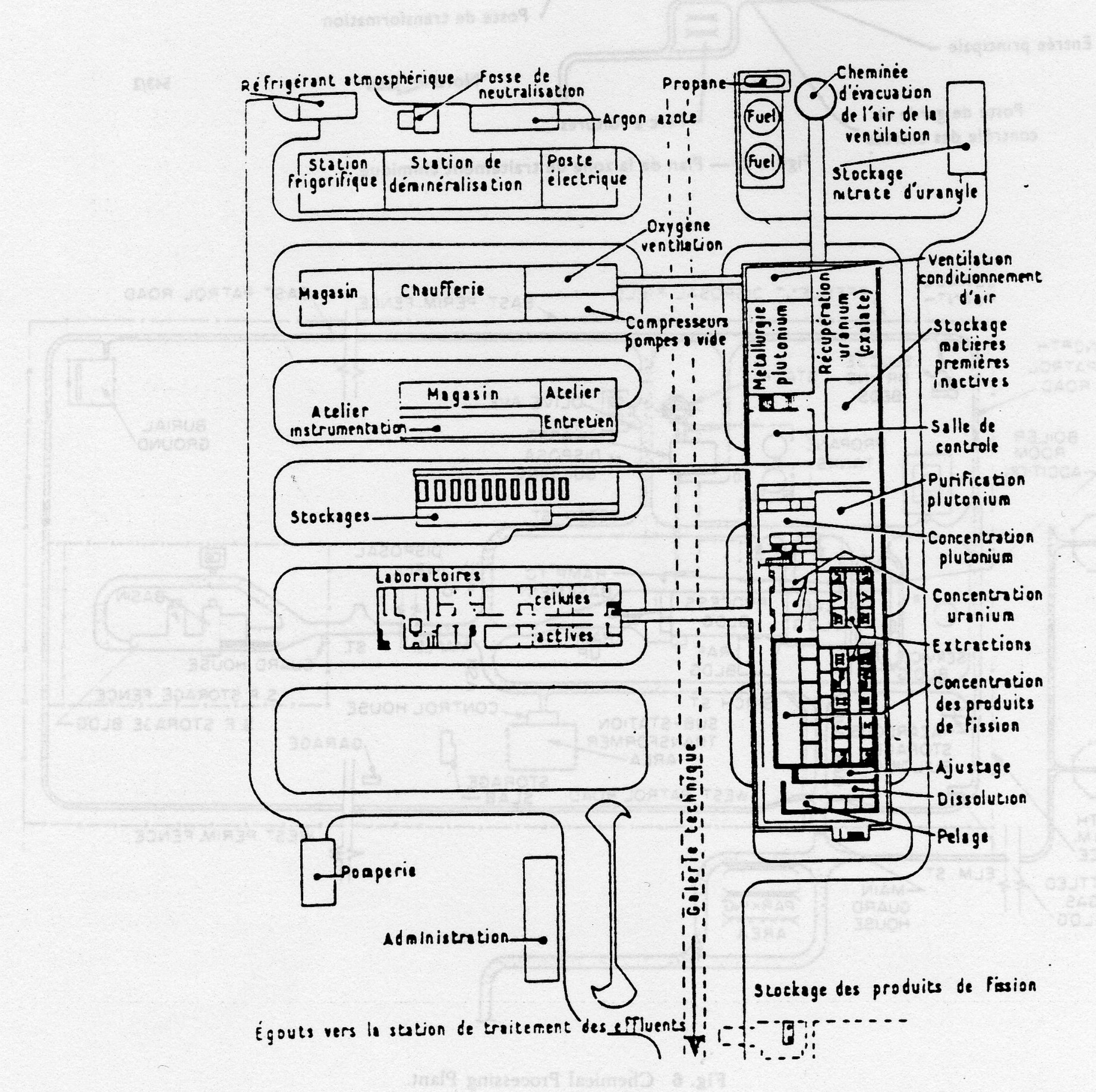


Fig. 1. — Vue d'ensemble de l'usine d'extraction du plutonium et des installations annexes.

1. Piscine de stockage des éléments combustibles irradiés.
2. Atelier de dégainage.
3. Usine d'extraction de plutonium.
4. Nouvelle unité de purification du plutonium.
5. Stockage des produits de fission.



Plan du bâtiment de traitement et du laboratoire de l'ICPP en 1955 .
Source du document en français: LEMON R.B., REID D.G. (1955), p. 615.
Source du document en anglais: USAEC (1955), p. 18.

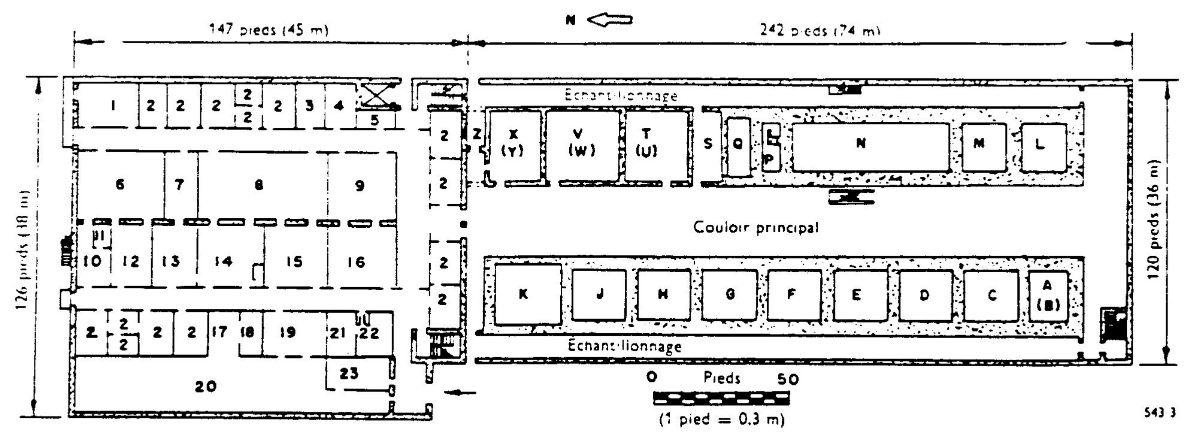


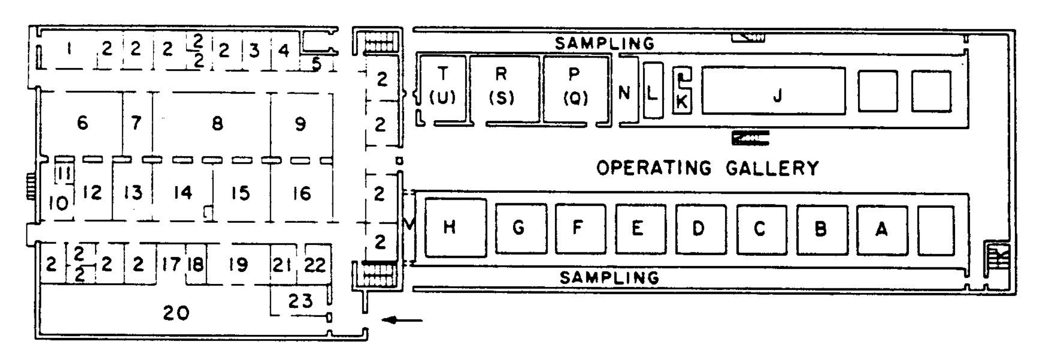
Figure 3. — Plan, au niveau du couloir principal, des bâtiments du traitement et des laboratoires.

Bâtiment 602 : laboratoires et administration. 1 = Matériel. 2 = Bureau. 3 = Lavage de la verrerie. 4 = Protection contre les rayonnements. 5 = Laverie de secours. 6 = Laboratoire des instruments. 7 = Chambre de comptage. 8 = Laboratoire de haute activité. 9 = Dilution des échantillons. 10 = Laboratoire d'optique. 11 = Chambre noire. 12 = Préparations chimiques spéciales. 13 = Préparation pour la spectrométrie de masse. 14 = Spectromètre de masse. 15 = Laboratoire non actif. 16 = Laboratoire d'activité moyenne pour travaux divers. 17 = Séchoir. 18 = Douches pour le personnel masculin. 19 = Toilettes pour le personnel masculin. 20 = Vestiaire. 21 = Toilettes pour le personnel féminin. 22 = Vestiaire. 23 = Vêtements.

Bâtiment 601 : cellules de traitement. C = Préparation de la solution d'alimentation. D = Préparation de la solution d'alimentation. J = Récupération des matières fortement radioactives. K = Récupération du solvant. N = Emmagasinage de la solution d'alimentation. P = Premier cycle d'extraction. Q = Deuxième cycle d'extraction. R = Partie supérieure de S. S = Troisième cycle d'extraction. T = Chambre de pompage du solvant. U = Traitement du raffinat aqueux provenant du premier cycle. V = Décontamination. W = Traitement du raffinat du solvant provenant du premier cycle. X = Dilution des échantillons. Y = Deuxième et troisième cycles du traitement du raffinat [de T à Y, opérations à deux activités différentes]. Z = Troisième cycle de l'emmagasinage des produits.

LABORATORY AND ADMINISTRATION

1 STOCK
2 OFFICES
3 DISH WASH
4 HEALTH PHYSICS
5 EMERGENCY WASH
6 INSTRUMENT LAB.
7 COUNTING ROOM
8 WARM LAB
9 SAMPLE DILUTION
10 OPTICAL LAB.
11 DARK ROOM
12 CHEM. SPEC. PREPARATION
13 MASS-SPEC. PREPARATION
14 MASS SPECTROMETER
15 COLD LAB.
16 WARM MISCELLANEOUS
17 DRYING ROOM
18 MEN'S SHOWER
19 MEN'S WASH ROOM
20 LOCKER ROOM
21 WOMEN'S WASH ROOM
22 LOCKER ROOM
23 CLOTHING



PROCESS CANYON

A MTR MAKE-UP
B MTR MAKE-UP
C MTR MAKE-UP
D SPARE
E SPARE
F SPARE
G HOT SALVAGE
H SOLV. RECOVERY
J MTR STORAGE
K 1st CYCLE EXTRAC.
L 2nd CYCLE EXTRAÇ.
M UPPER PART OF "N"
N 3rd CYCLE EXTRAC.
P SOLVENT PUMP ROOM
Q 1st CYCLE AQ. RAFF. TREAT.
R DECONTAMINATION
S 1st CYCLE SOLV. RAFF. TREAT.
T SAMPLE DILUTION
U 2nd AND 3rd CYCLE RAFF. TREAT.
(P to U: 2 LEVELS)
V 3rd CYCLE PROD. STORAGE

Fig. 8 Process Building layout.

Schéma en coupe montrant la disposition des trois zones de l'usine au niveau de l'évaporateur des produits de fission.
Source: GALLEY R. (1958), p. 14.

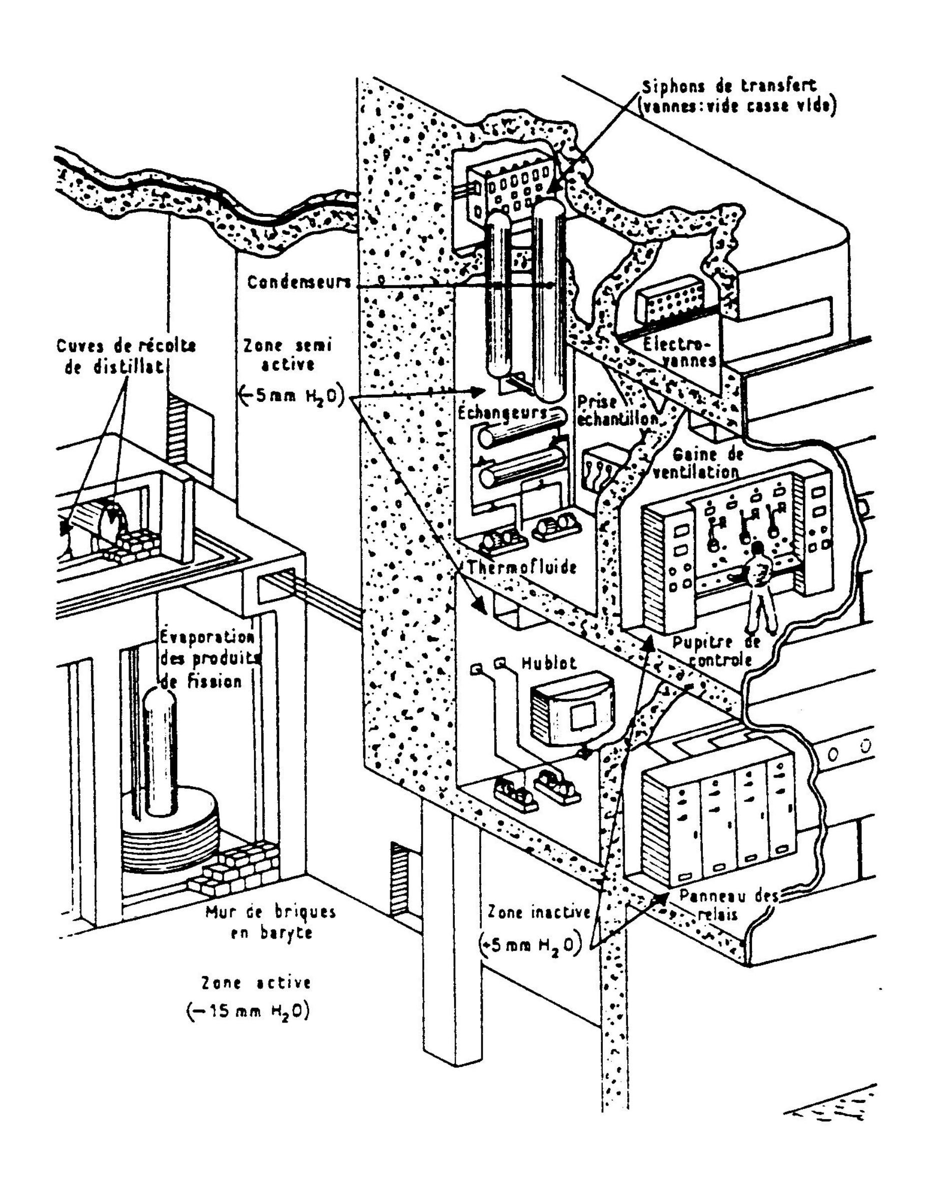
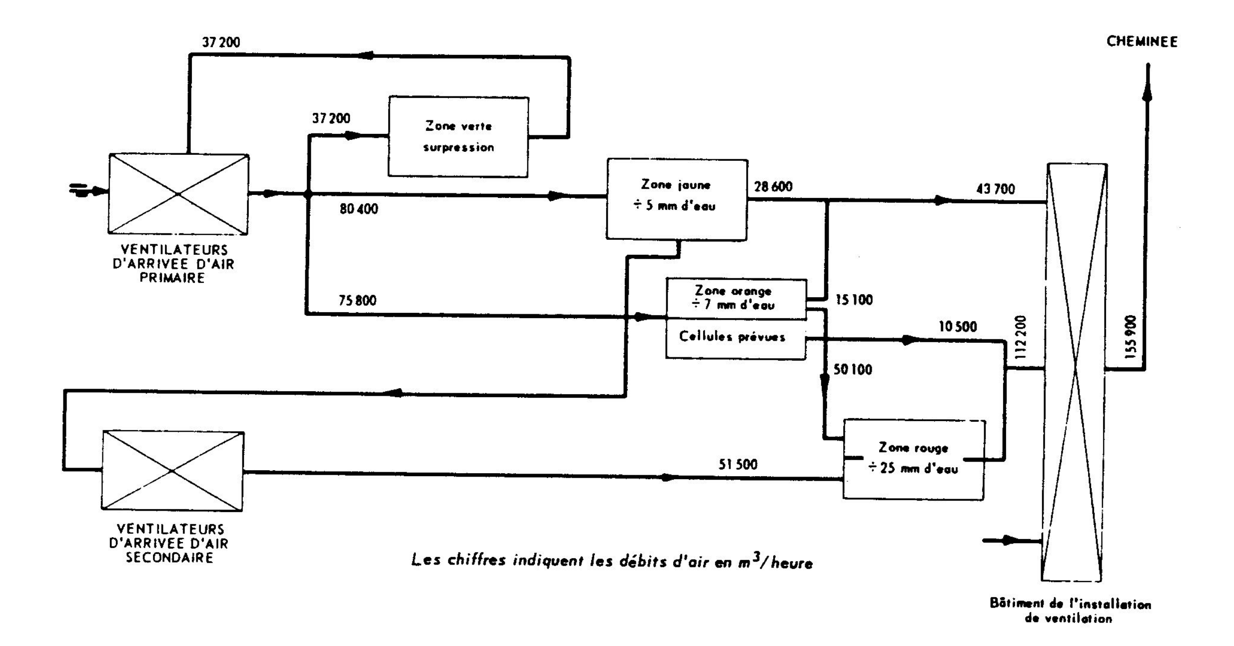


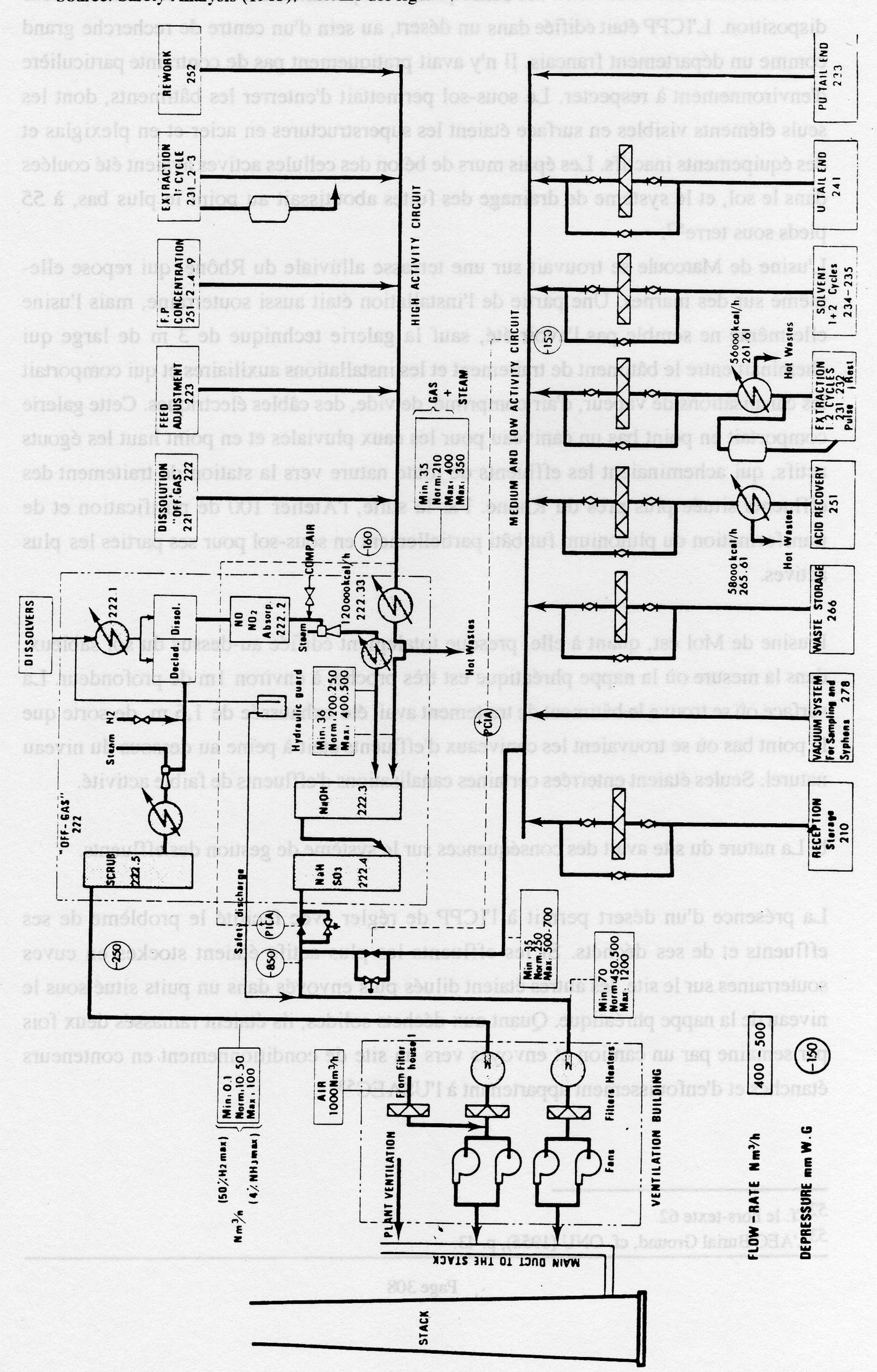
Schéma simplifié du système de ventilation des quatre zones de l'usine de traitement.
Source: RAE 1 (1963), p. 315.



Vue de la batterie des filtres absolus dans le bâtiment de ventilation .
Source: Photographie du fonds Eurochemic, sans date.



Schéma du système de ventilation des cuves de l'usine de traitement.
Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, VIII-4.



Vue en coupe du bâtiment de traitement de l'ICPP, très largement souterrain.
Source du document en français: LEMON R.B., REID D.G. (1955), p. 616.
Source du document en anglais: USAEC (1955), p. 19.

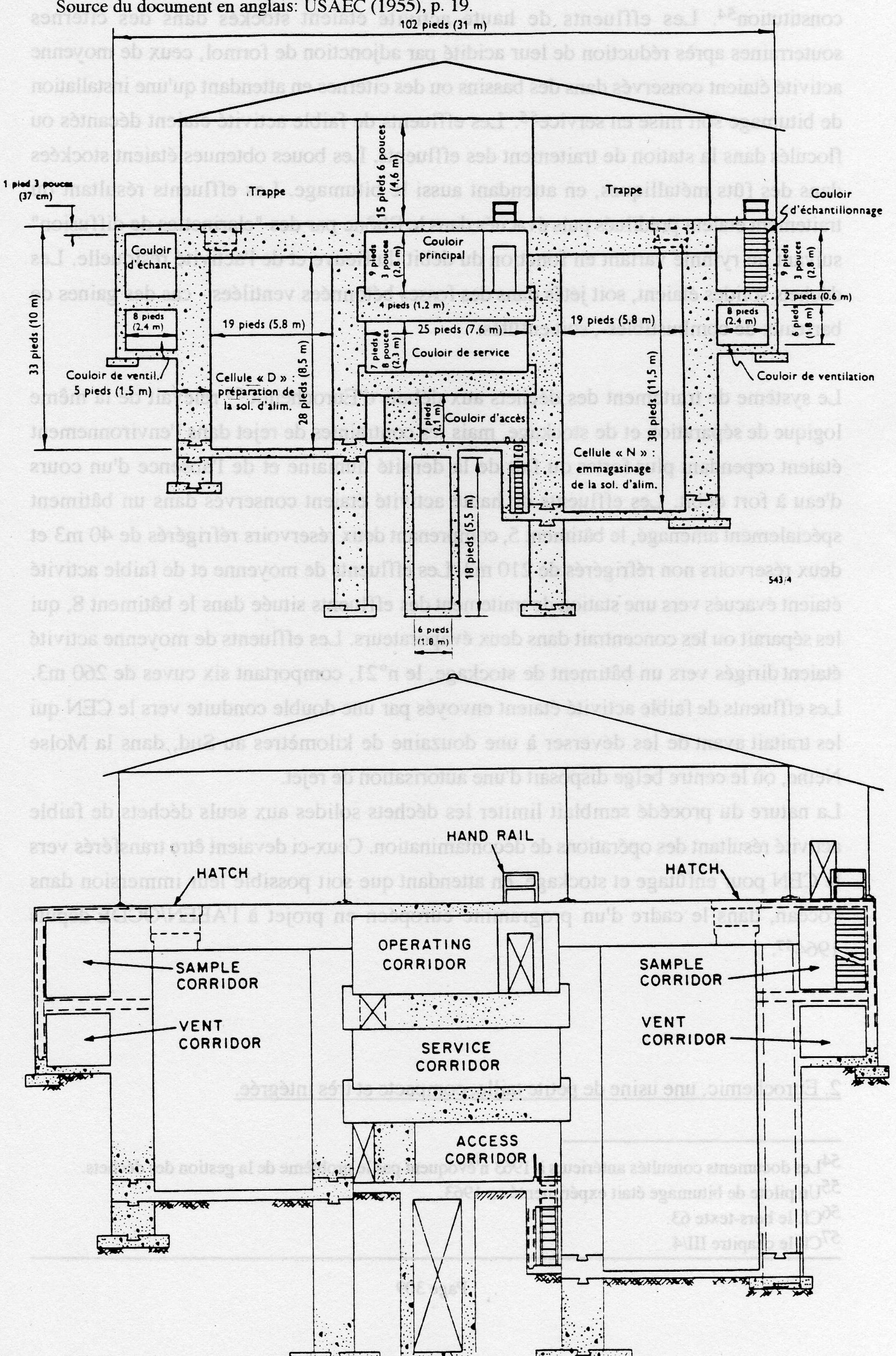
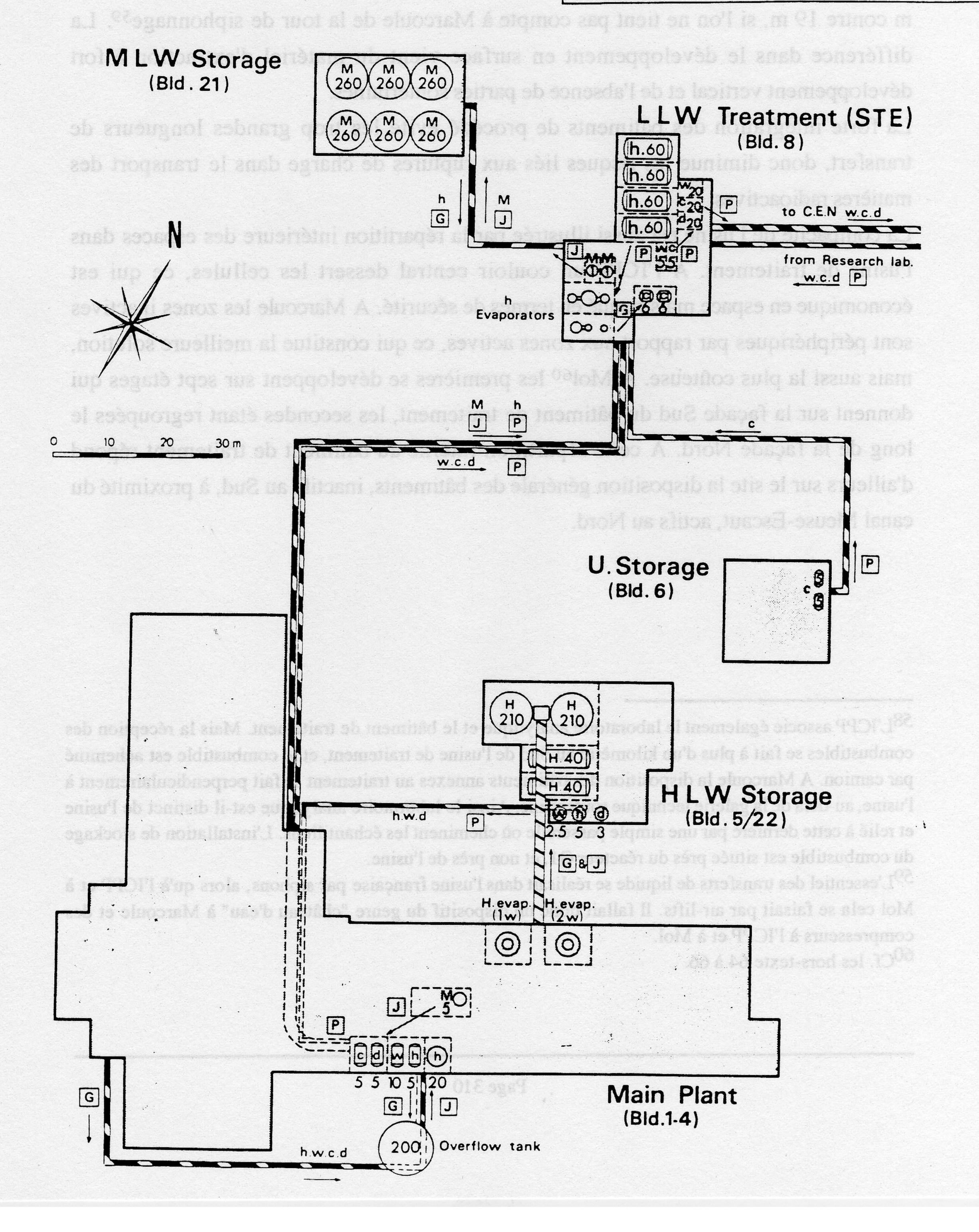
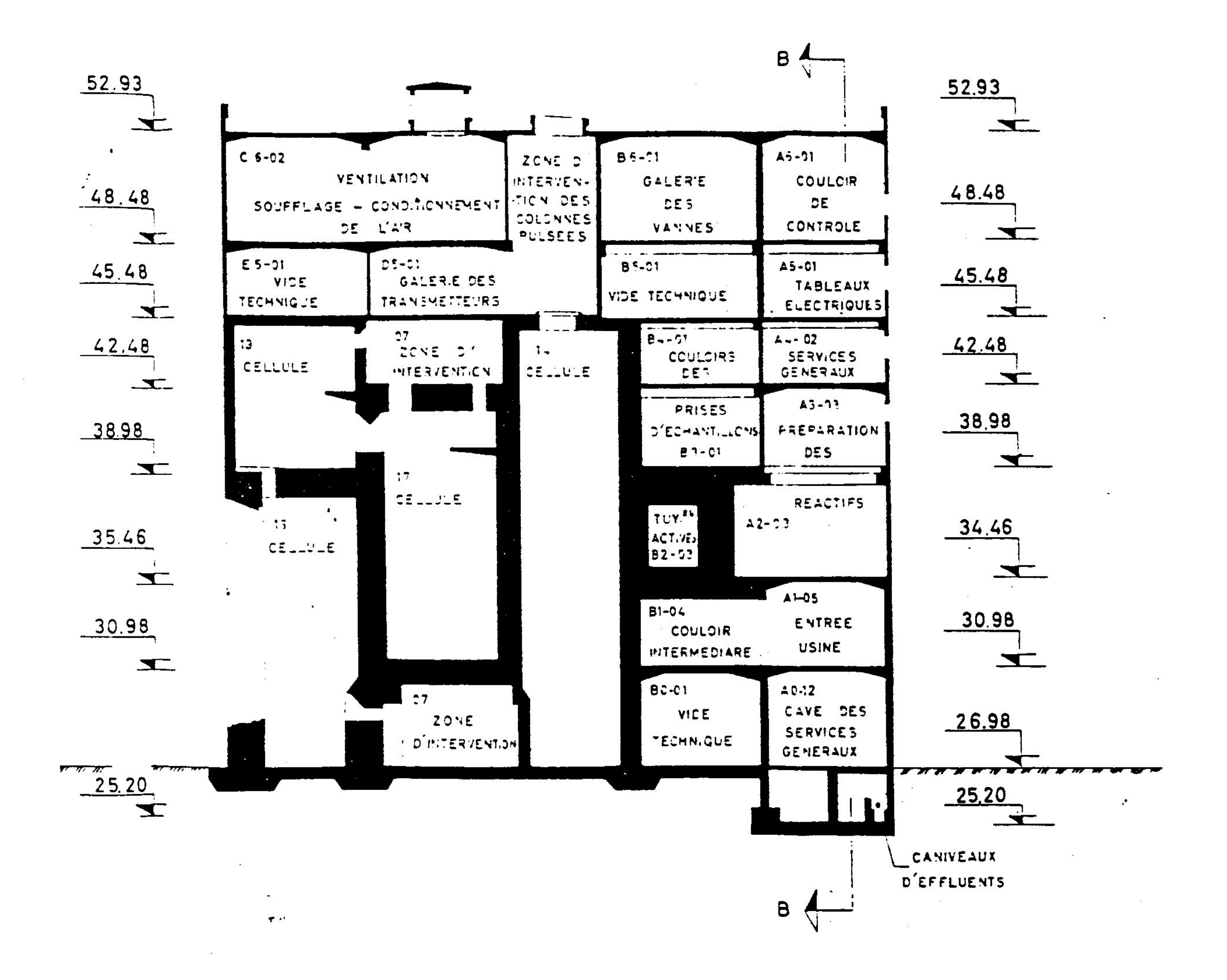


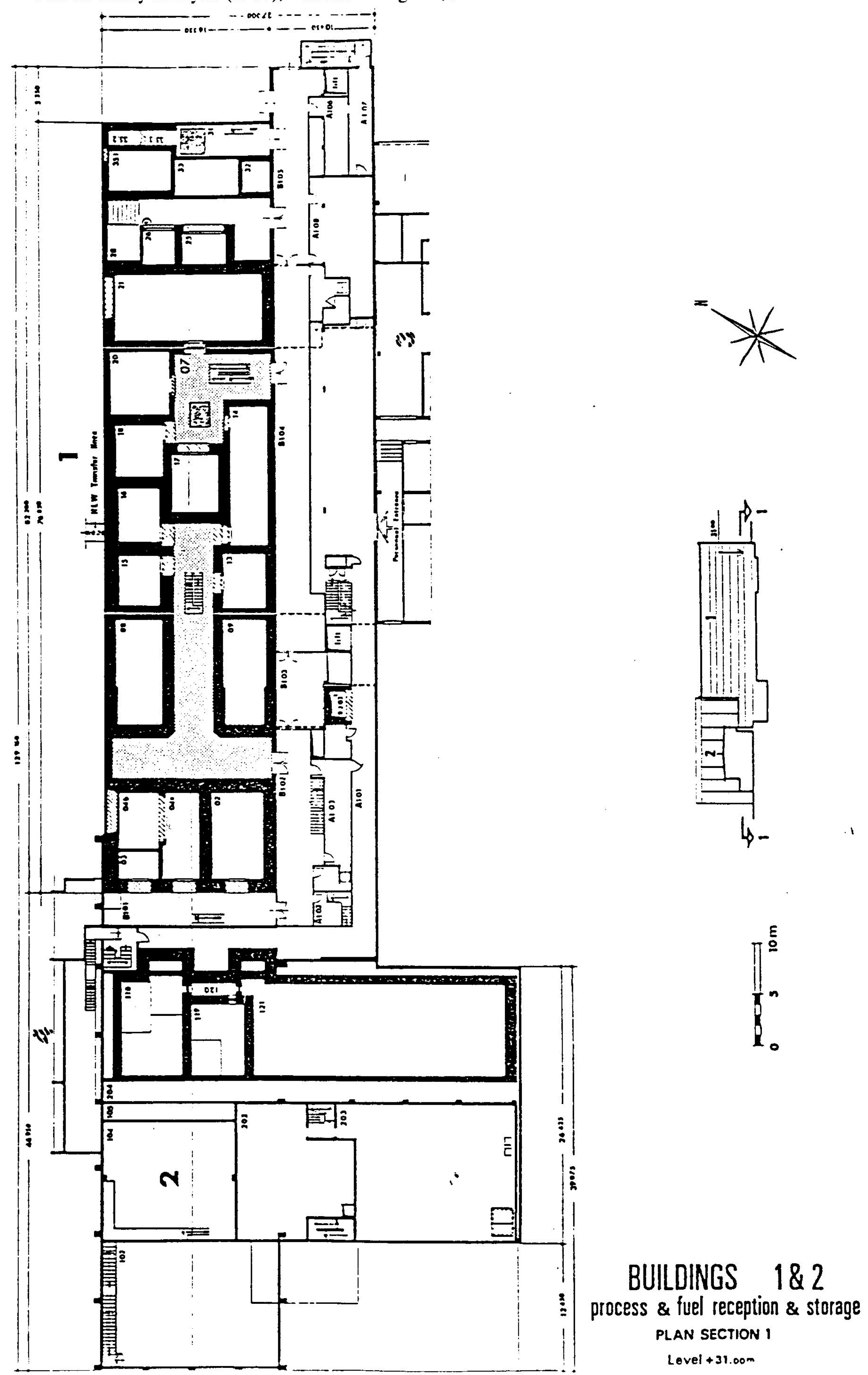
Schéma du système de transfert des effluents de l'usine.
H: effluents de haute activité; M: effluents de moyenne activité. Les lettres minuscules concernent les effluents de faible activité, chauds (h), tièdes (w), froids (c) et les condensats inactifs (d). Les nombres indiquent les volumes des cuves en m3.
Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, V-16.



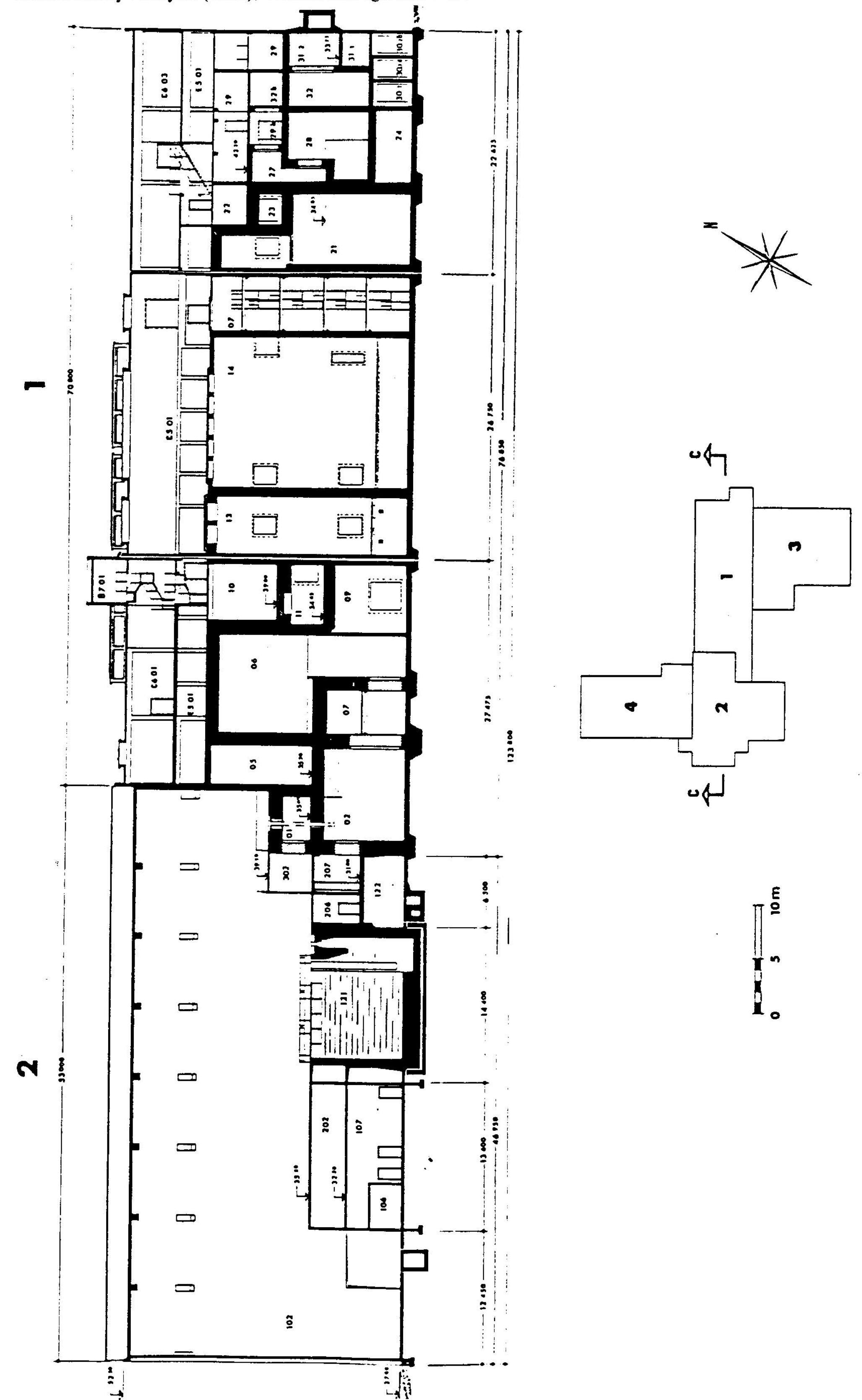
Coupe transversale en élévation du bâtiment principal de l'usine chimique, mettant en évidence la distribution asymétrique des cellules actives et des couloirs de service. A droite de la figure, la façade Sud.
Source: ENB N°13, mars 1965, figure 2.



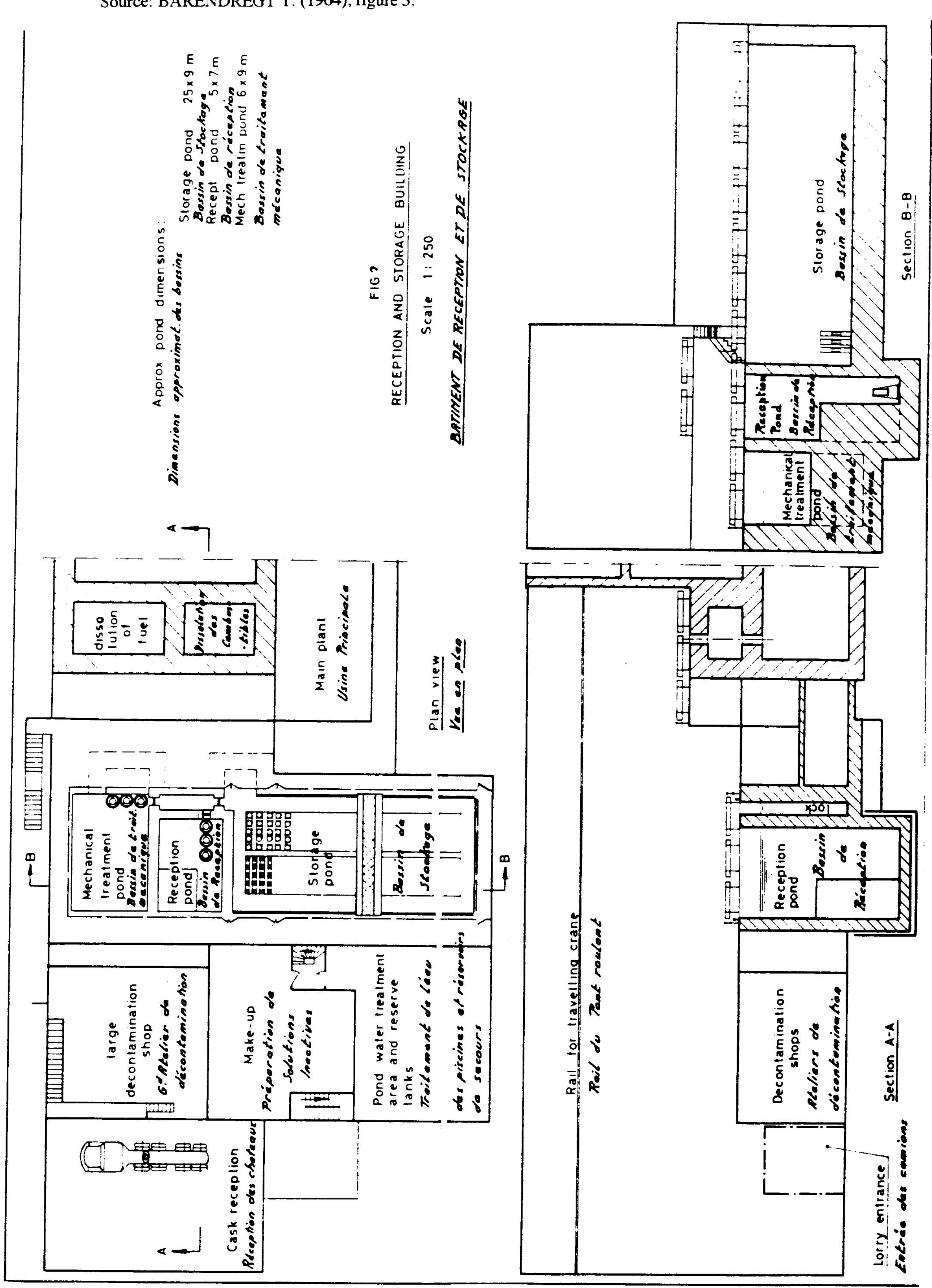
Coupe horizontale des bâtiments de traitement et de réception et stockage des combustibles, montrant la distribution des zones d'accès vertes (A), jaunes (B), oranges (grisé) et rouges (à l'intérieur des cellules bétonnées .
Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, IV-4.



Coupe longitudinale médiane en élévation du bâtiment principal de l'usine chimique et du bâtiment de réception et de stockage des combustibles. La tête de procédé se déroule dans les cellules 1 à 6, 9, 11 et 12. L'extraction s'effectue dans les grandes cellules 13 et 14. Dans les cellules 21 et 23 se trouve l'atelier de reconditionnement. Dans les cellules 30, 32 et 33 s'opère la purification finale de l'uranium, en 29, 35 et 36 la purification du plutonium.
Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, IV-12.



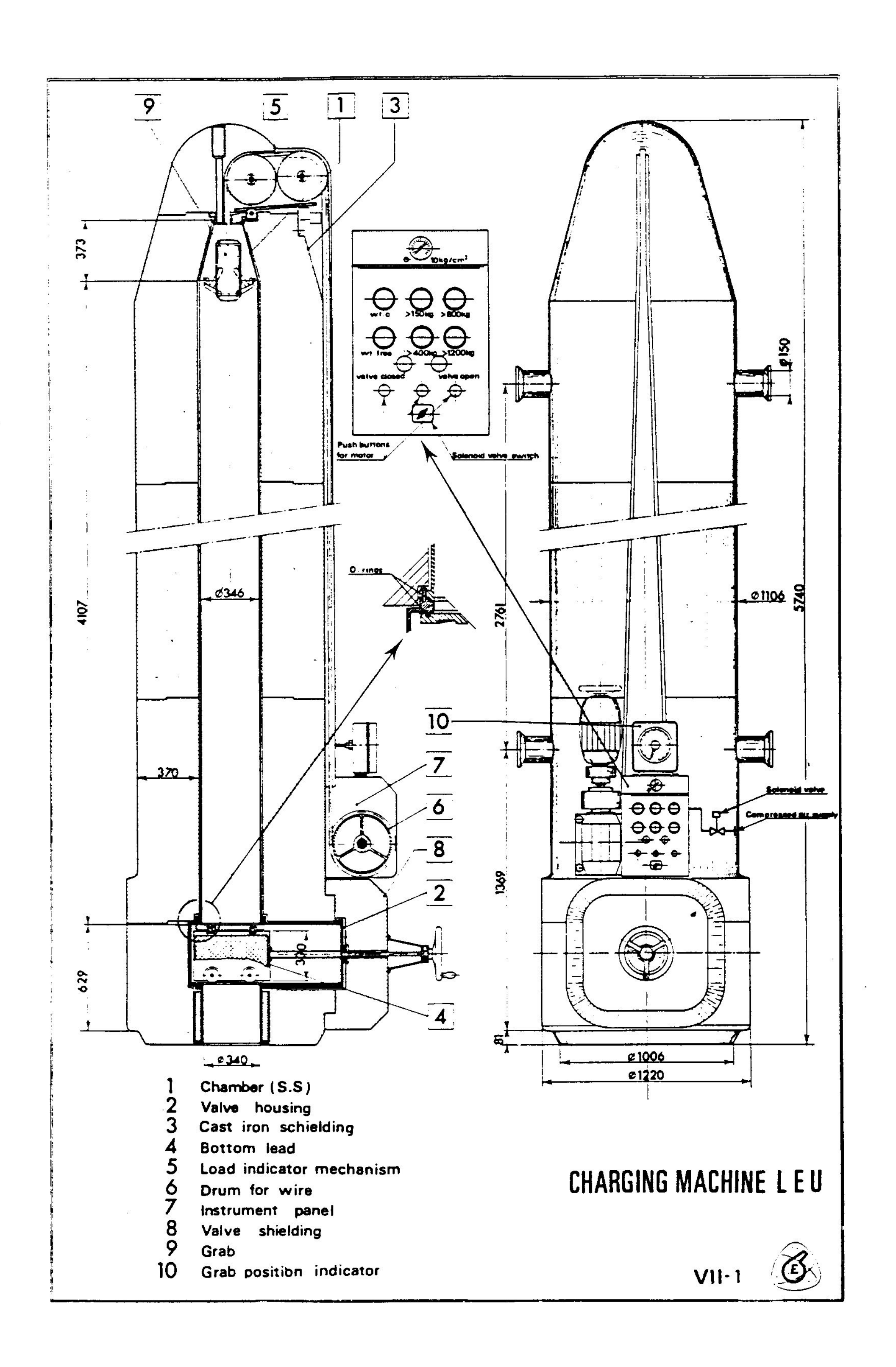
Plan du bâtiment de réception et de stockage des combustibles.
Source: BARENDREGT T. (1964), figure 3.



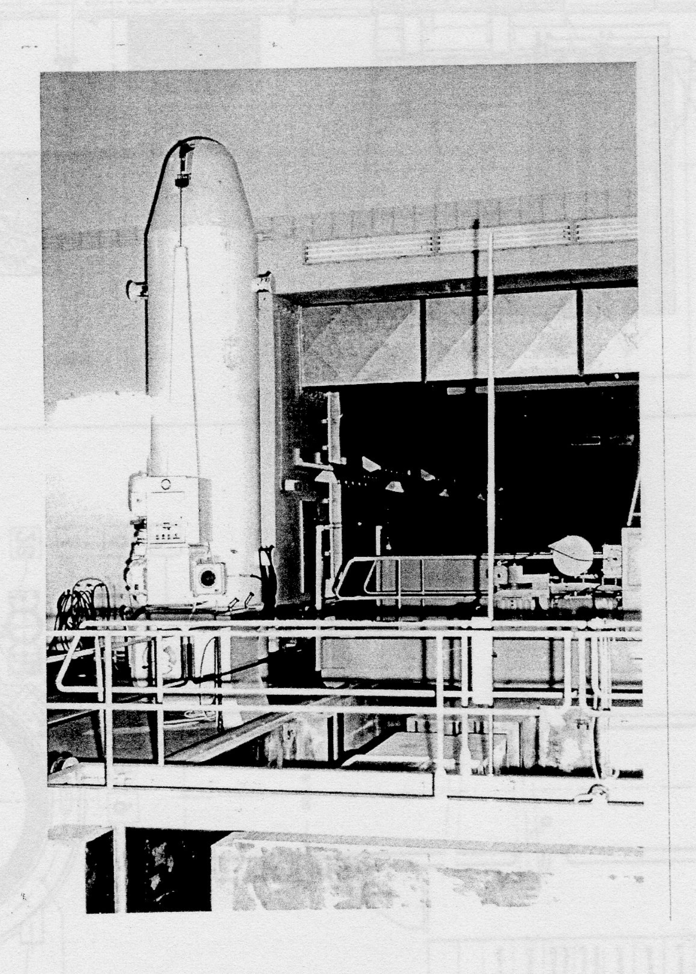
Vue générale de la piscine de stockage, avec au premier plan les paniers de rangement des éléments combustibles irradiés
Source: Photographie du fonds Eurochemic, sans date.



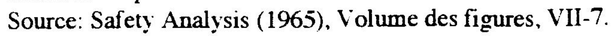
Schéma de la machine de chargement des LEU .
Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, VII-1.



Vue de la machine de chargement des combustibles à uranium naturel ou faiblement enrichi, posée à côté du sas permettant le transport sous eau des combustibles de la piscine de stockage à celle de traitement mécanique .
Source: Photographie du fonds Eurochemic, sans date.



Schémas du premier dissolveur.
Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, VII-7.



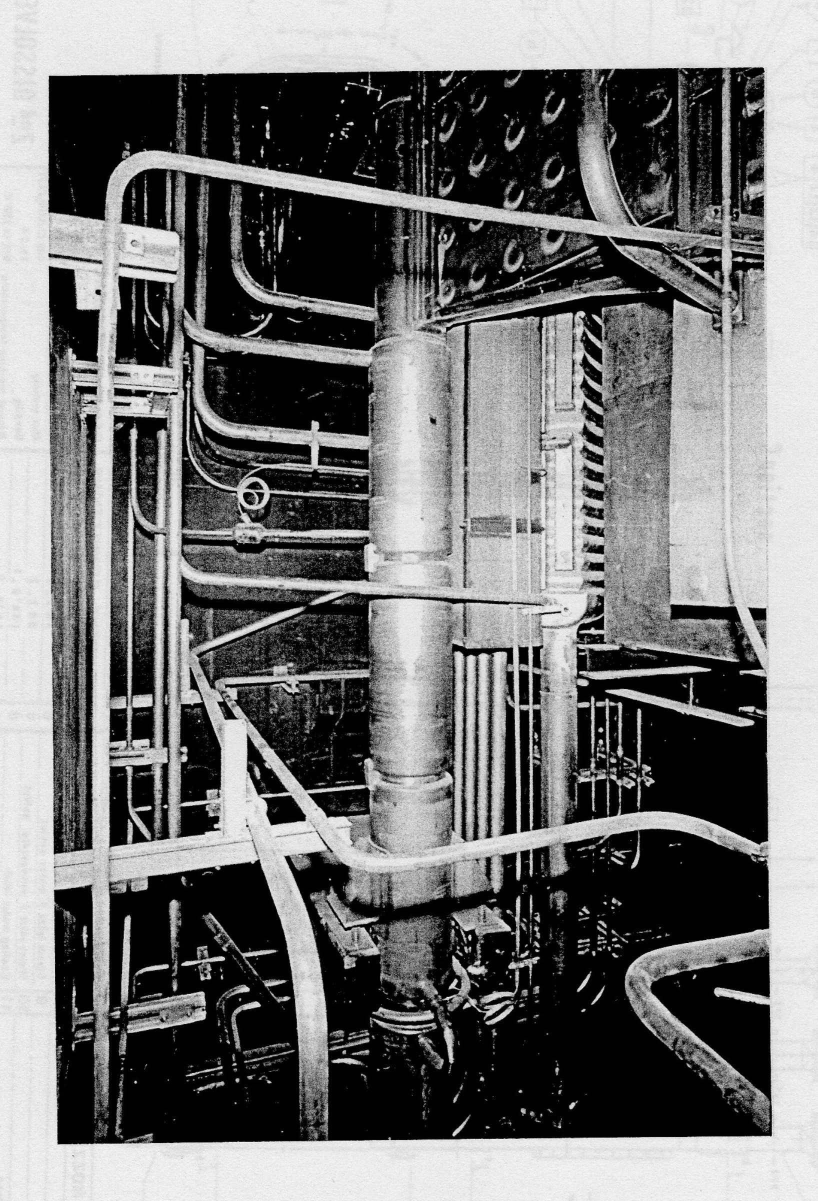
Useful vol...	300 to 3500 l
Density	1 1.5 2 kg/l
Normal working temperature	15 110 130 °C
Activity γ	600 Ci/l
Normal pressure	0 kg.cm²
Materials	See note

NOZZLES			
1	Reagent inlet large flowrate	16	Nitrogen inlet
2	Condensate outlet	17	Nitrogen inlet
3	Condensate backcycle	18	Reagent inlet
4	Hot and cold water inlet	19	Exhaust of recycling ejector
5	Steam inlet, water outlet	20	Cooling water outlet
6	Air lift compressed air	21	Cooling water inlet
7	Air lift backcycle	22	Hot and cold water outlet Steam inlet
8	Ejector J 201	23	Nitrogen and steam inlet
9	Agitation: steam, nitrogen (bottom tube)	24	Hot and cold water inlet Condensate outlet
10	Reagent inlet (semi cont. feed)	25	Nitrogen and steam inlet
11	Agitation, steam, nitrogen (vertical tube)	26	Hot water inlet
12	Ventilation	27	Hot water outlet
13	Recovered acid inlet	28	Neutron screens
14	Steam inlet for unblocking		
15	Intake ejectors		

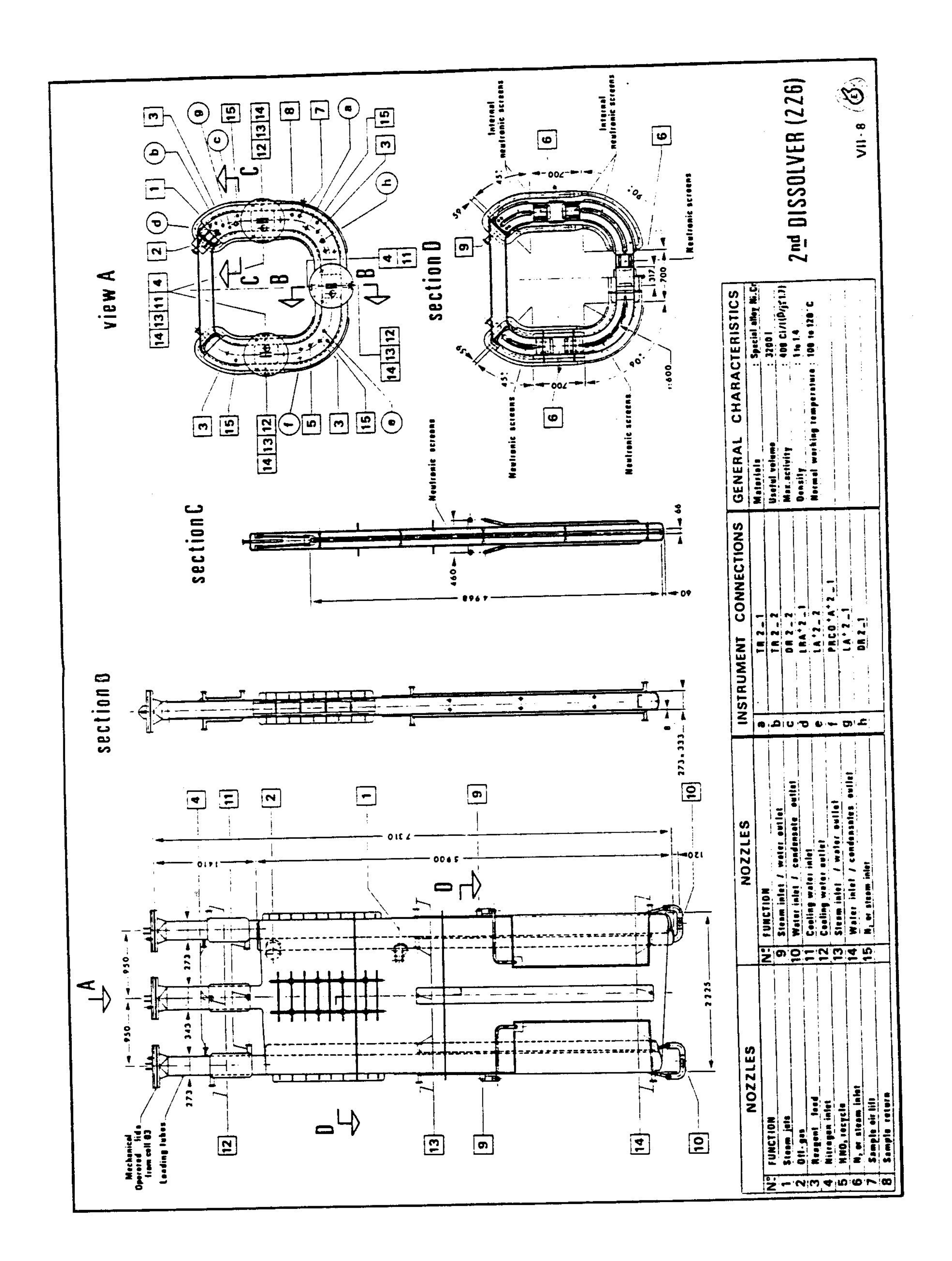
INSTRUMENTS CONNECTIONS			
a	TR / 1·3	g	TRC / 1·2
b	LRI / 1·3	h	LR / 1·2
c	LA+ / 1·1	i1 i2	TRA+ / 1·1
d	DR / 2·1	j	PRCO±A+ / 1·1
e	LR / 2·1	k	PRA- / 1·2
f1 f2	TR / 2·1		

		JACKETS						SHELLS			
	Units	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Heating fluid		Hot water Steam	Hot water Steam	Hot water Steam	Hot water Steam		Hot water	Steam	Hot and cold water	Hot and cold water	Steam
Cooling fluid		H_2O	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O		H_2O	H_2O	
Quantity of heating fluid	kg/h H_2O / Steam	10 000 / 100	10 000 / 100	10000 / 100	10 000 / 100		4 000	150	10 000	10 000	300
Quantity of cooling fluid	kg/h	1000	10 000	10 000	10 000	4 000	4 000		10 000	10 000	
Temperature in	°C H_2O / Steam	25-90 / 150	25-90	25-90	25-90	25	25-90	150	25-90	25-90	150
Temperature out	°C H_2O / Steam	30-80	30-80	30-80	30-80	30	30-80		30-80	30-80	
Pressure in	Steam kg/cm²	5 eff	5 eff	5 eff	5 eff			5 eff			5 eff
Calculated cooling surface	m²	0.77	0.94	0.94	0.94	0.82	0.73		1.8	3.3	

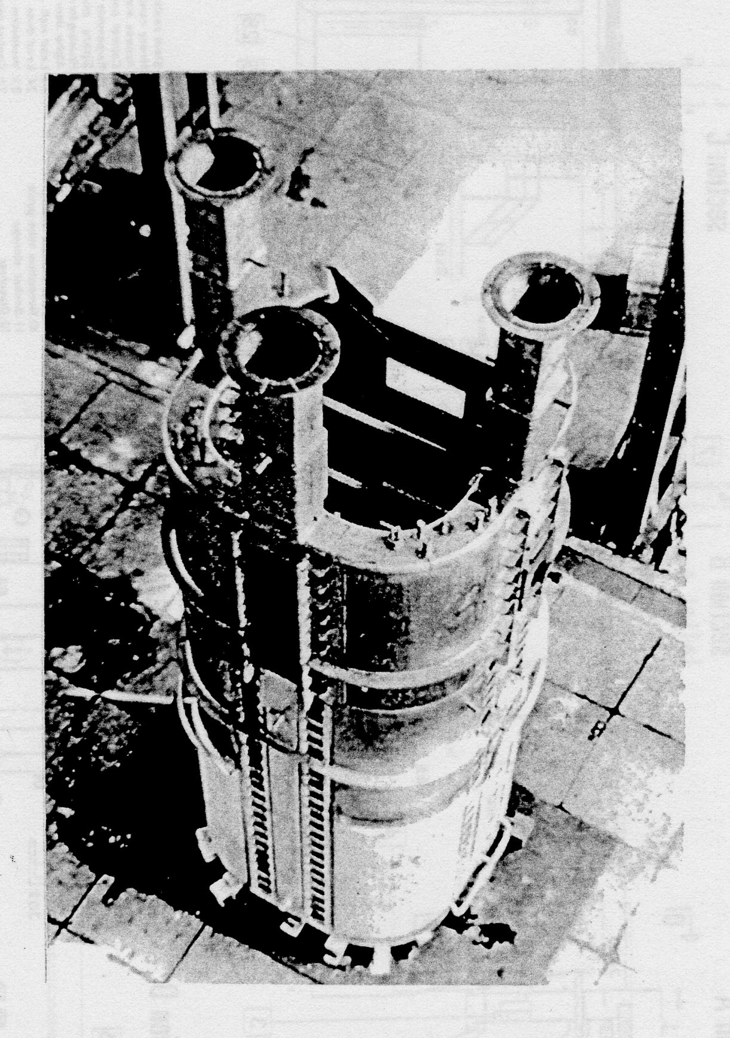
Vue de la base du premier dissolveur installé dans sa cellule. Le tube du dissolveur se trouve au centre de la photographie. A sa partie supérieure est connecté un réservoir de type plat pour les solutions acides.
Source: diapositive du fonds Eurochemic, sans date.



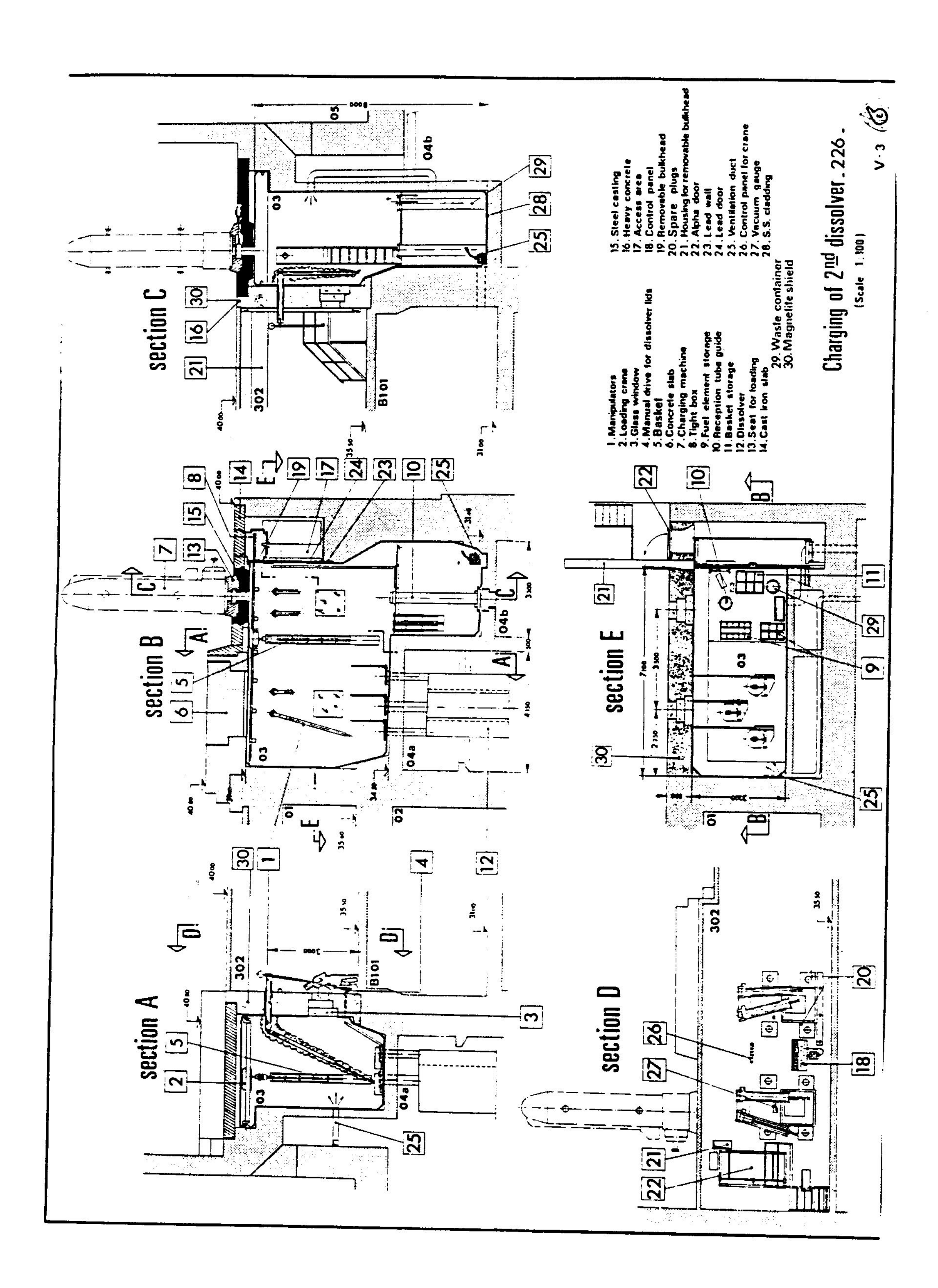
Schémas du second dissolveur de l'usine.
Source: Safety Analysis (1965), volume des figures, VII-8.



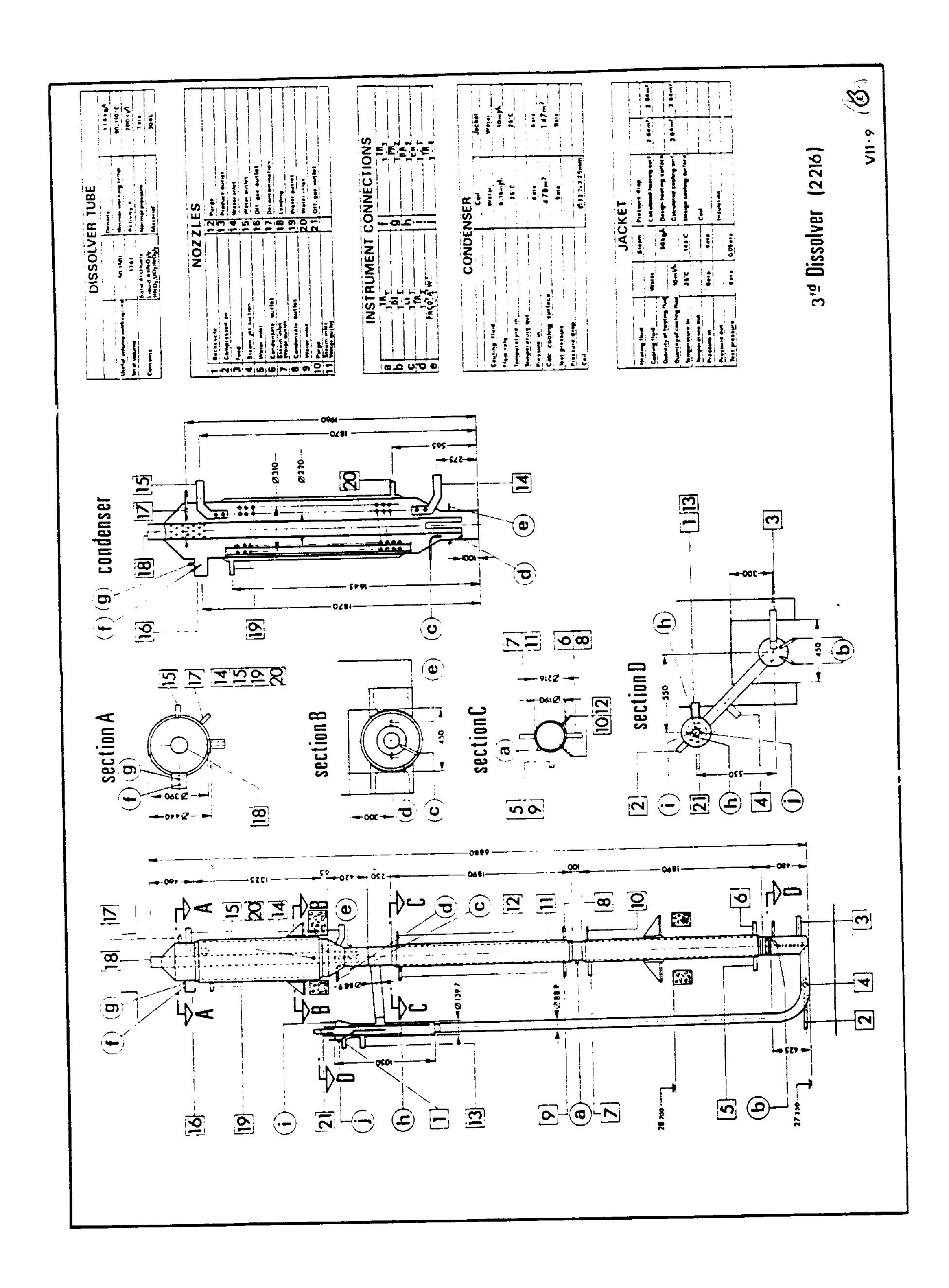
Photographie du second dissolveur avant son installation sur le site.
Source: Photographie du fonds Eurochemic, sans date.



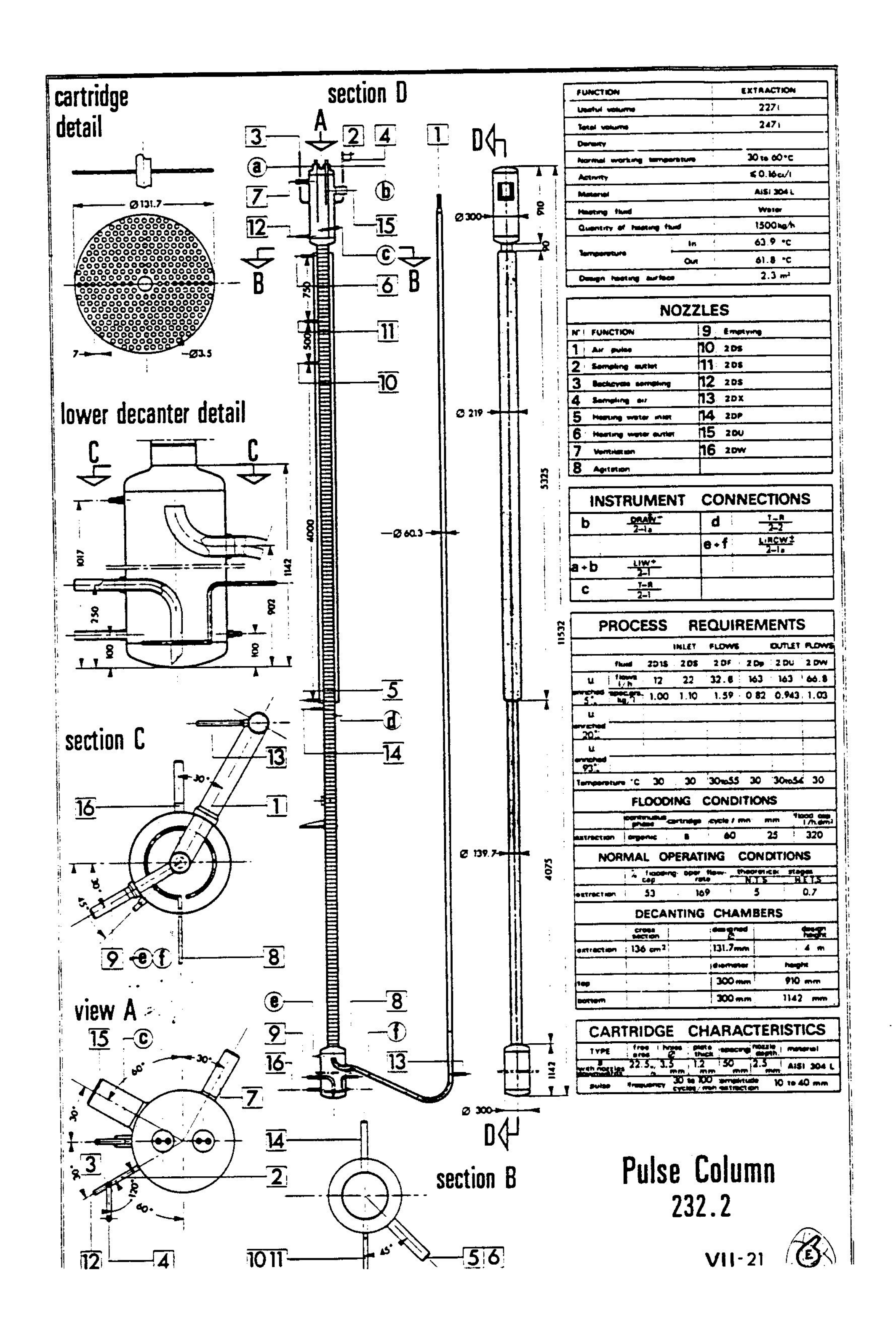
Schémas des dispositifs de chargement du second dissolveur de l'usine.
Source: Safety Analysis (1965), volume des figures, V-3.



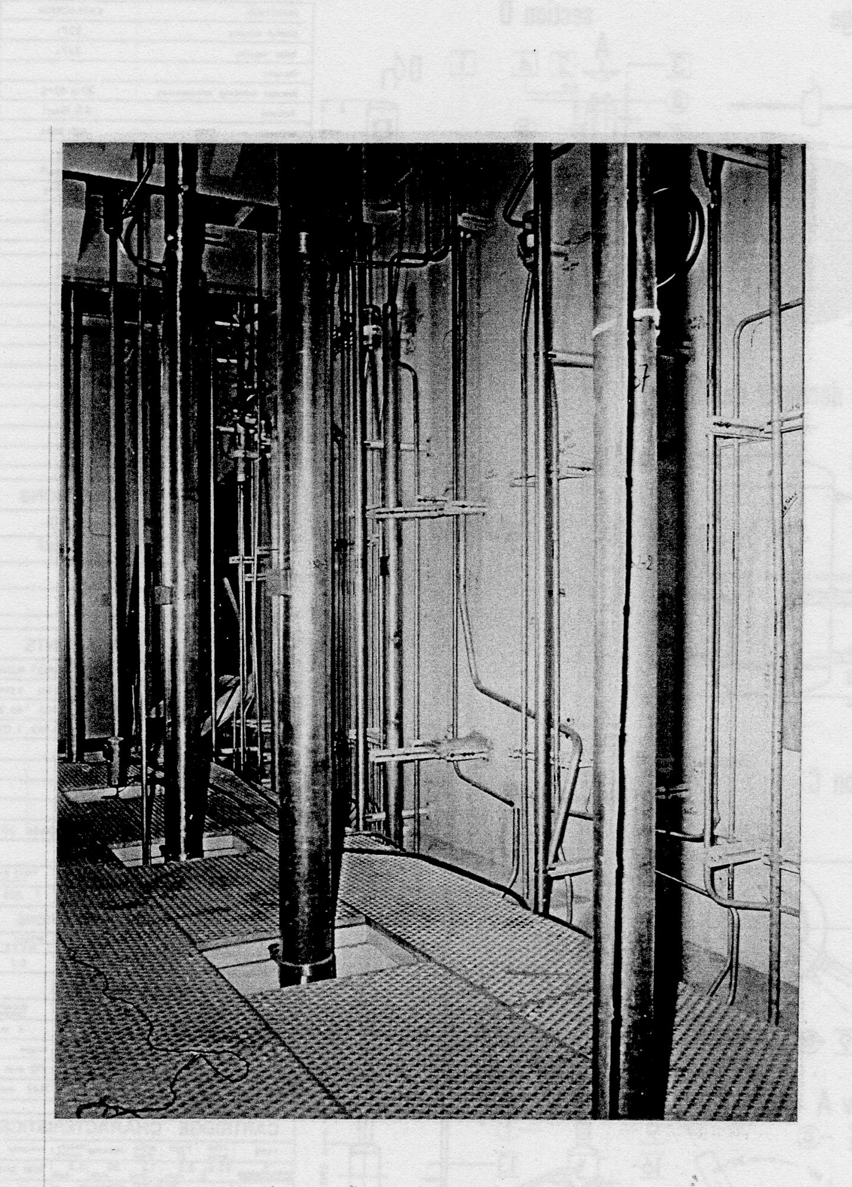
Schémas du troisième dissolveur de l'usine.
Source: Safety Analysis (1965), volume des figures, VII-9.



Schémas d'une des sept colonnes pulsées de l'usine, avec ses décanteurs inférieur et supérieur.
Source: Safety Analysis (1965), volume des figures, VII-21.



Vue partielle de trois des sept colonnes pulsées de l'usine, en place dans leur cellule avant le démarrage du retraitement.
Source: Photographie du fonds Eurochemic, sans date.



Coupe d'un mélangeur-décanteur (MD) utilisé dans l'usine de Marcoule en 1963.
Source: JOUANNAUD C. (1963), p. 264.

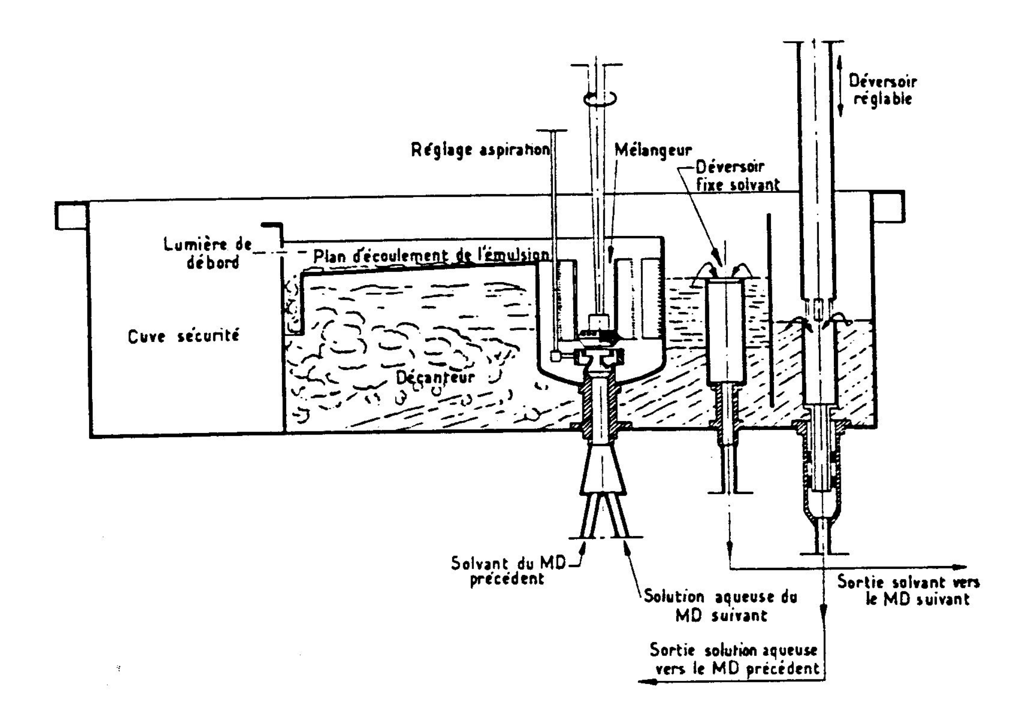
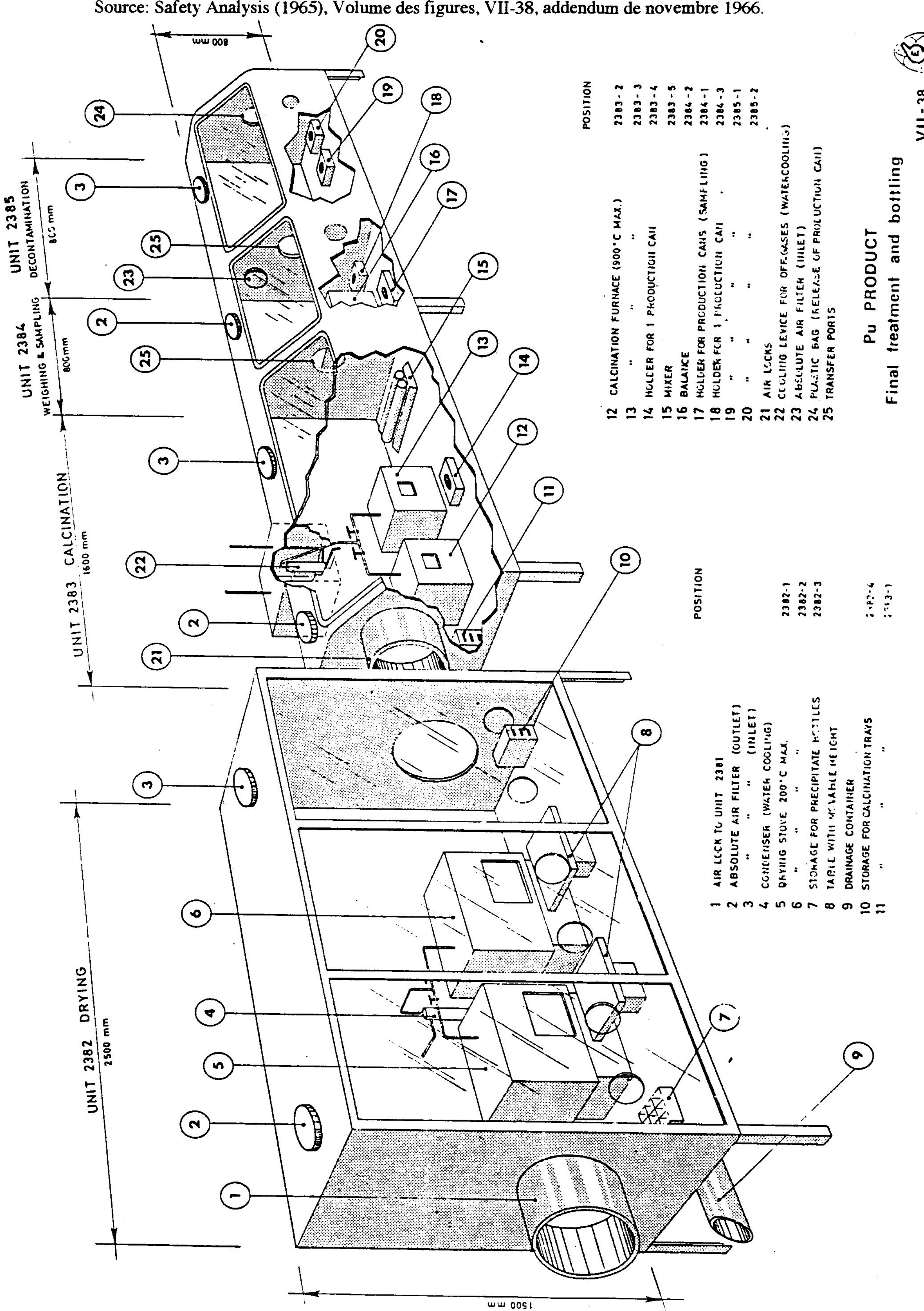
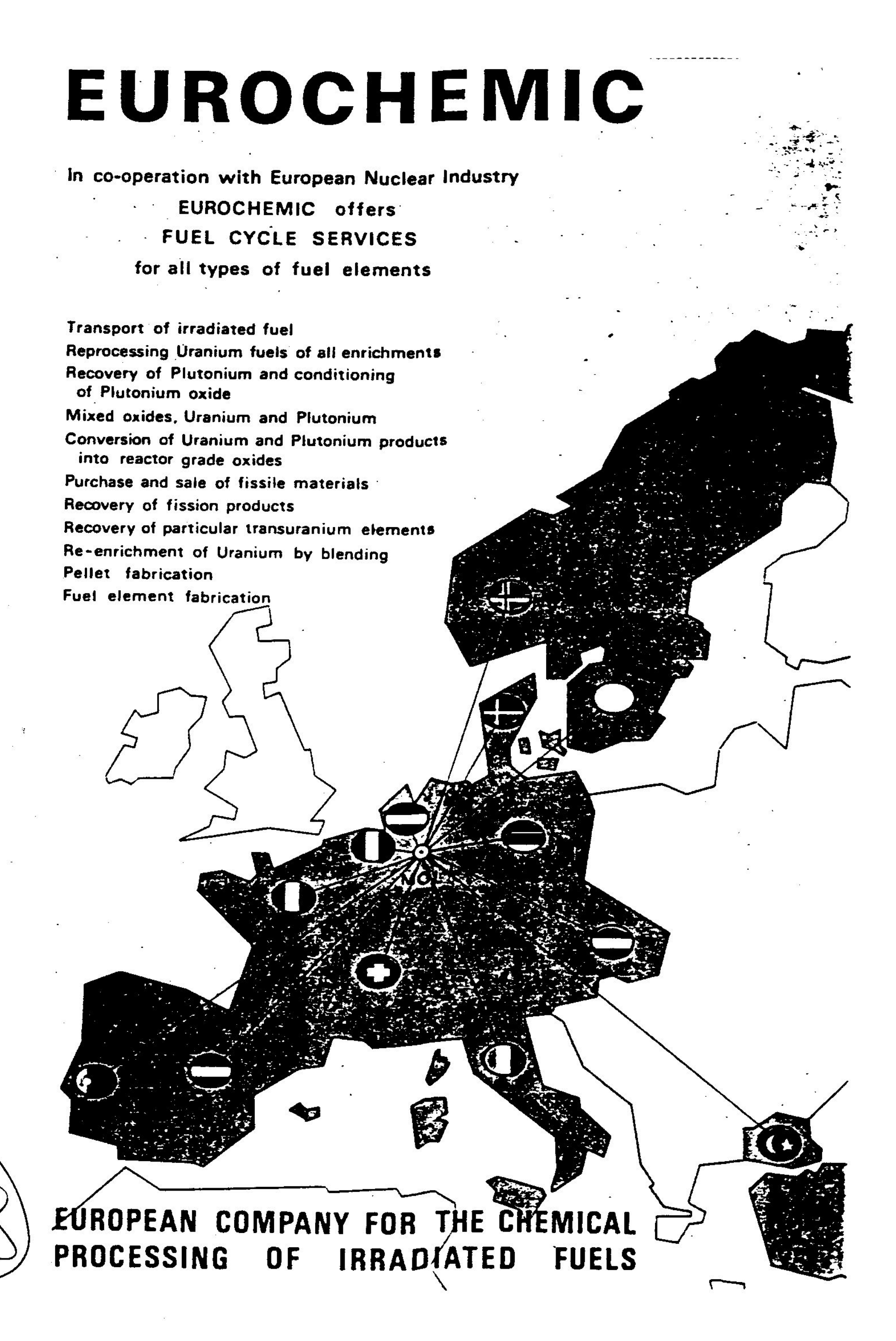


Schéma de la chaîne de traitement final du plutonium, du séchage de l'oxalate à l'unité de décontamination des boîtes contenant l'oxyde de plutonium. La chaîne mesure 5,70 m. Elle est à l'échelle d'un équipement de laboratoire.
Source: Safety Analysis (1965), Volume des figures, VII-38, addendum de novembre 1966.

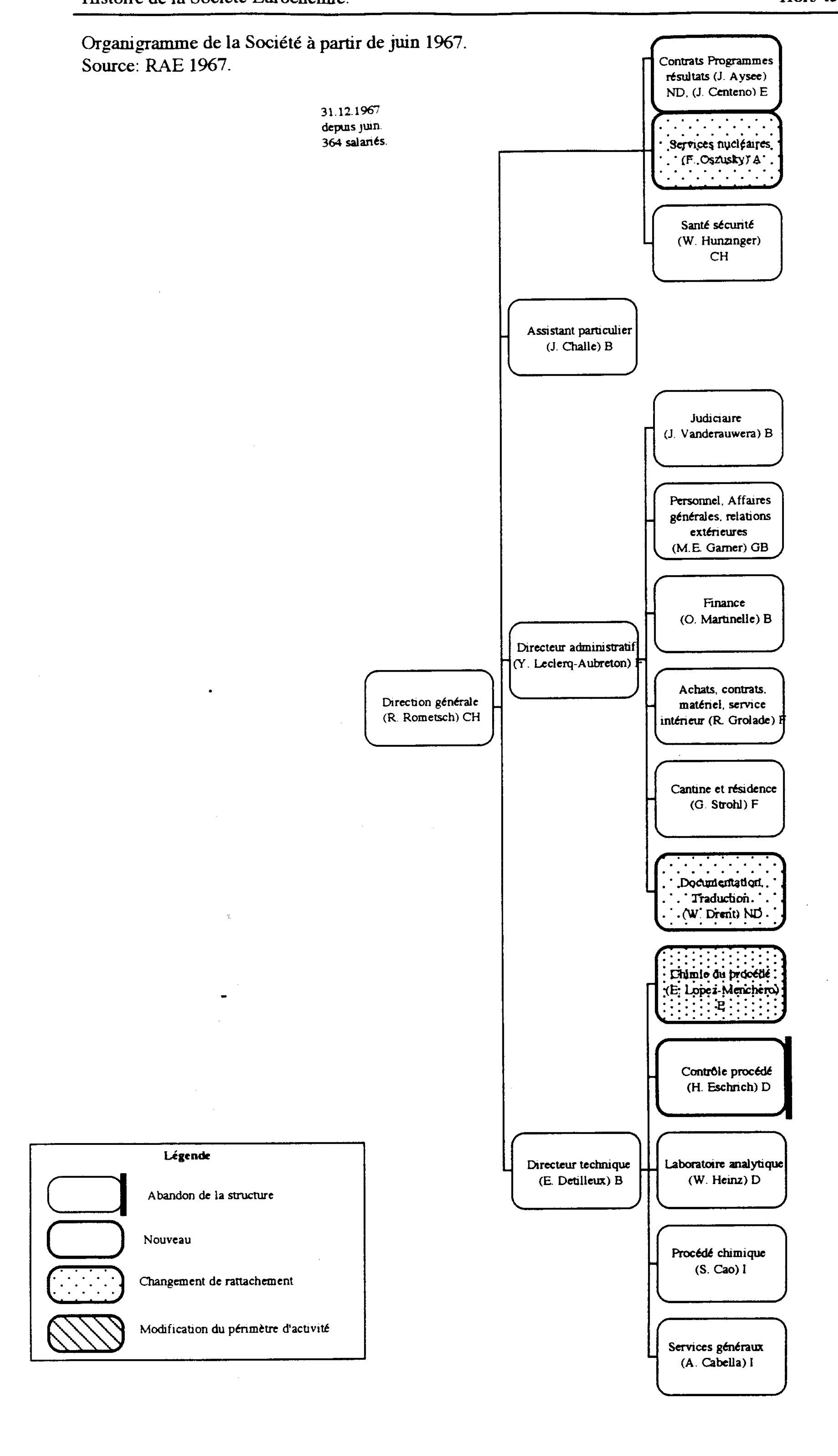


Première des quatre pages d'un dépliant publicitaire imprimé entre 1969 et 1971, vantant la polyvalence des services offerts par Eurochemic, tant en ce qui concerne le retraitement que les "services nucléaires".

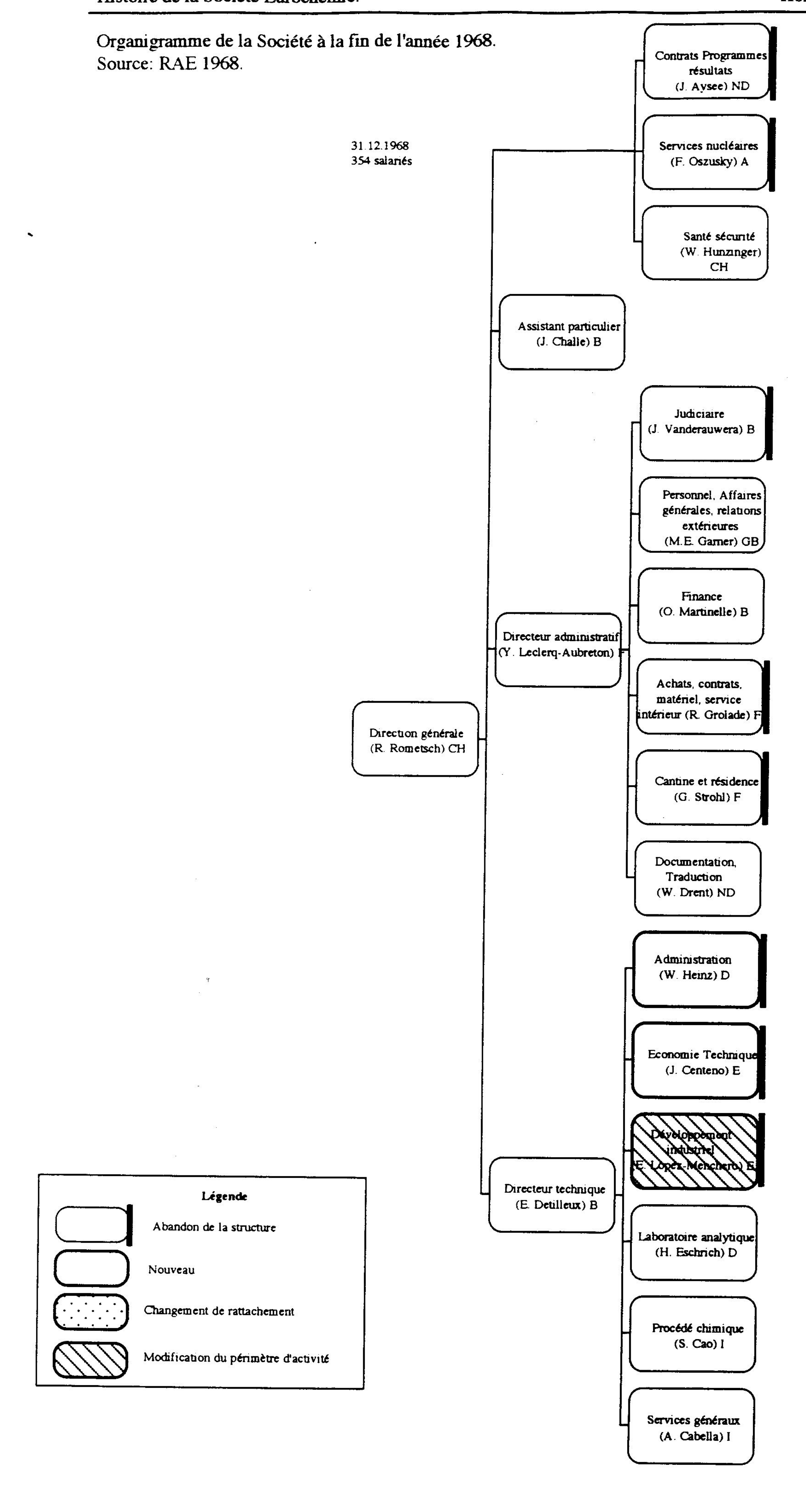
Le texte de la page 3 précise (les caractères gras sont employés dans la source): "**Eurochemic** forms the necessary industrial link in the **european fuel cycle** between reactor operators and the various national and international firms dealing with irradiated fuel transport, uranium and plutonium product conversion, fuel element fabrication, etc...**Eurochemic**, in the peaceful application of nuclear energy, promotes fuel cycle activity in **Europe** and co-operates with **nuclear industry** in providing tailor-made fuel cycle contracts for reactor operators. **Eurochemic** in close cooperation with nuclear research centers continually develops new techniques in the field of aqueous reprocessing and the recovery and supply of **by-products**. **Eurochemic**'s ability to reprocess large quantities of all different types of fuel elements **guarantees** a future for **european nuclear industry** and consequently helps to reduce the cost of nuclear power in Europe.



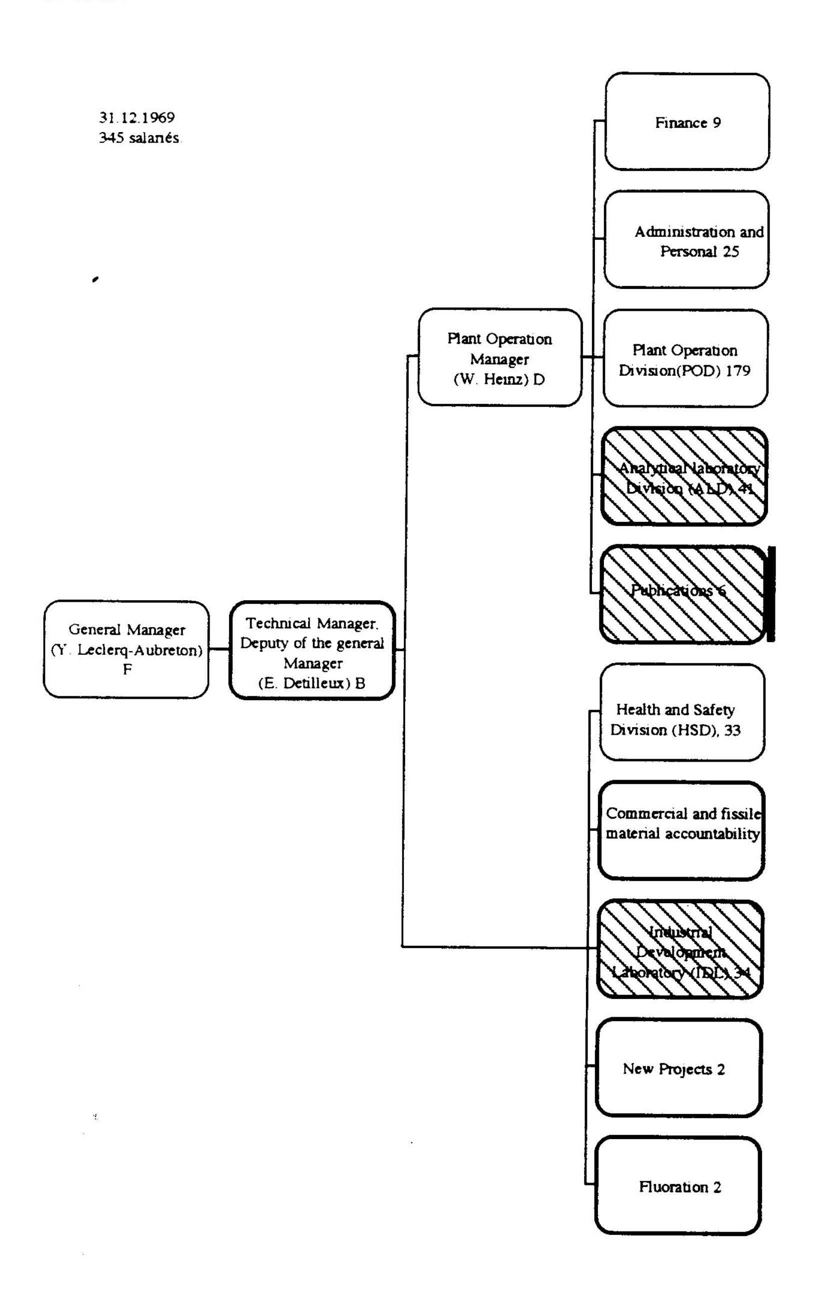
Organigramme de la Société à partir de juin 1967.
Source: RAE 1967.

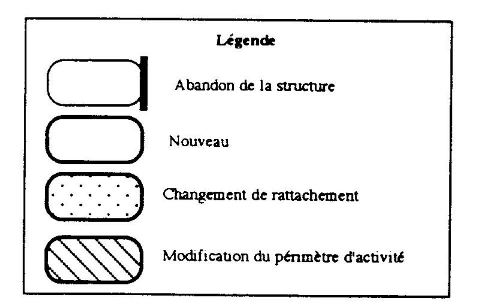


Organigramme de la Société à la fin de l'année 1968.
Source: RAE 1968.

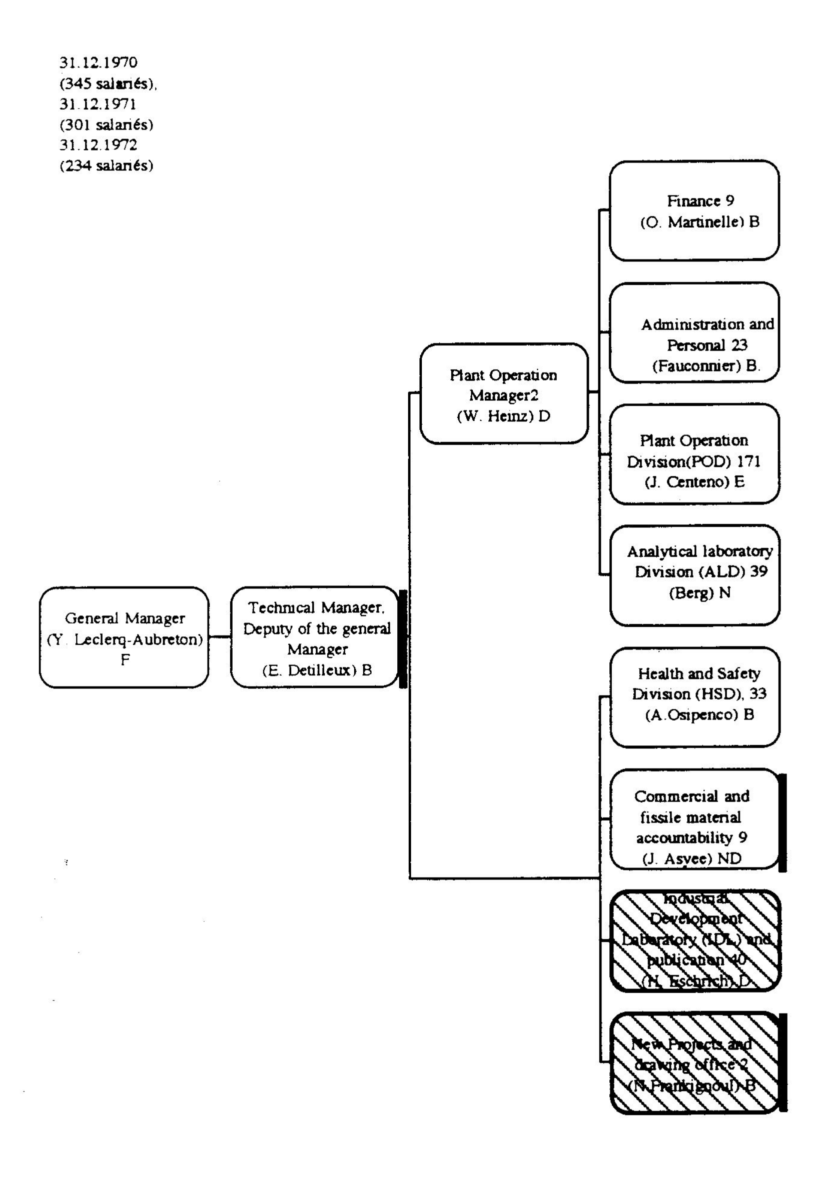


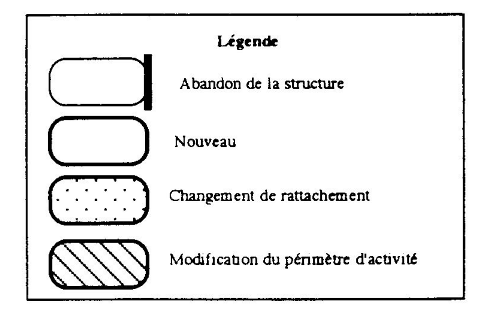
Organigramme de la Société à la fin de l'année 1969.
Source: RAE 1969.



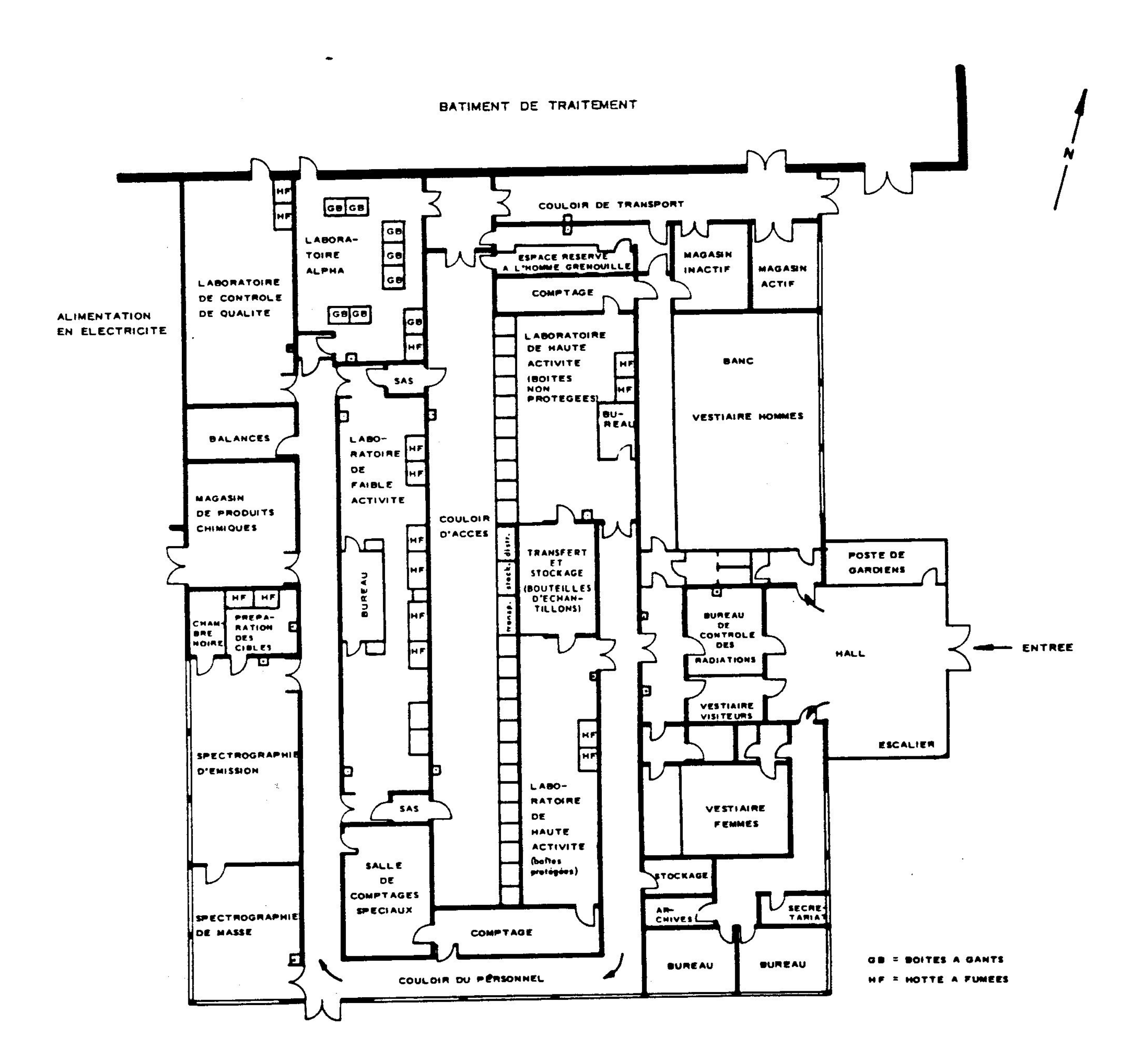


Organigramme de la Société de 1970 à la fin de 1972.
Source: RAE 1970, 1971, 1972.

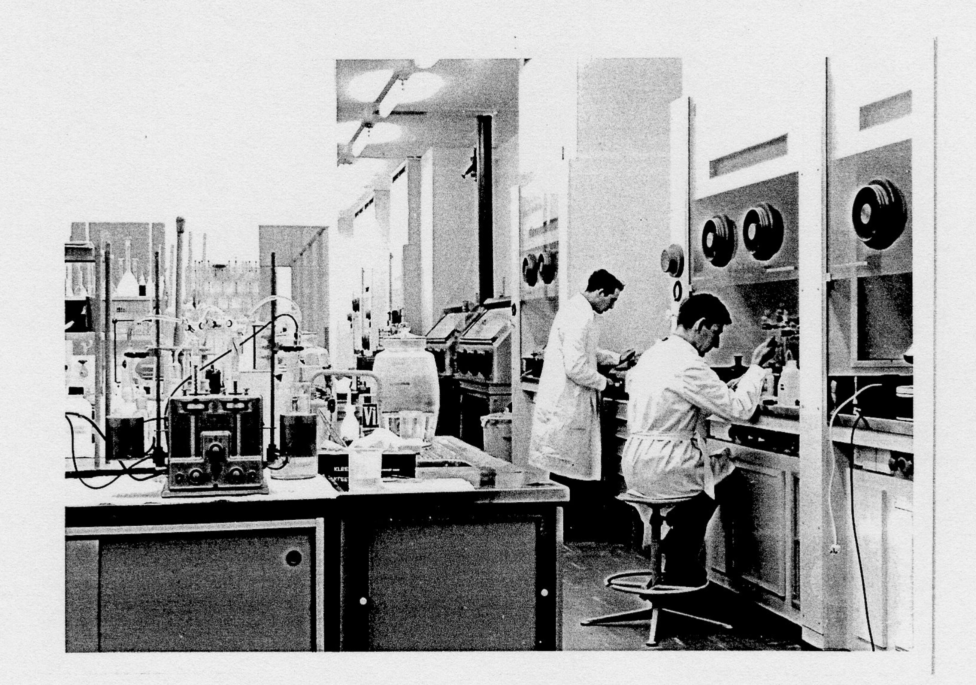




Plan simplifié du laboratoire analytique.
Source: RAE 2 (1965), p. 211.



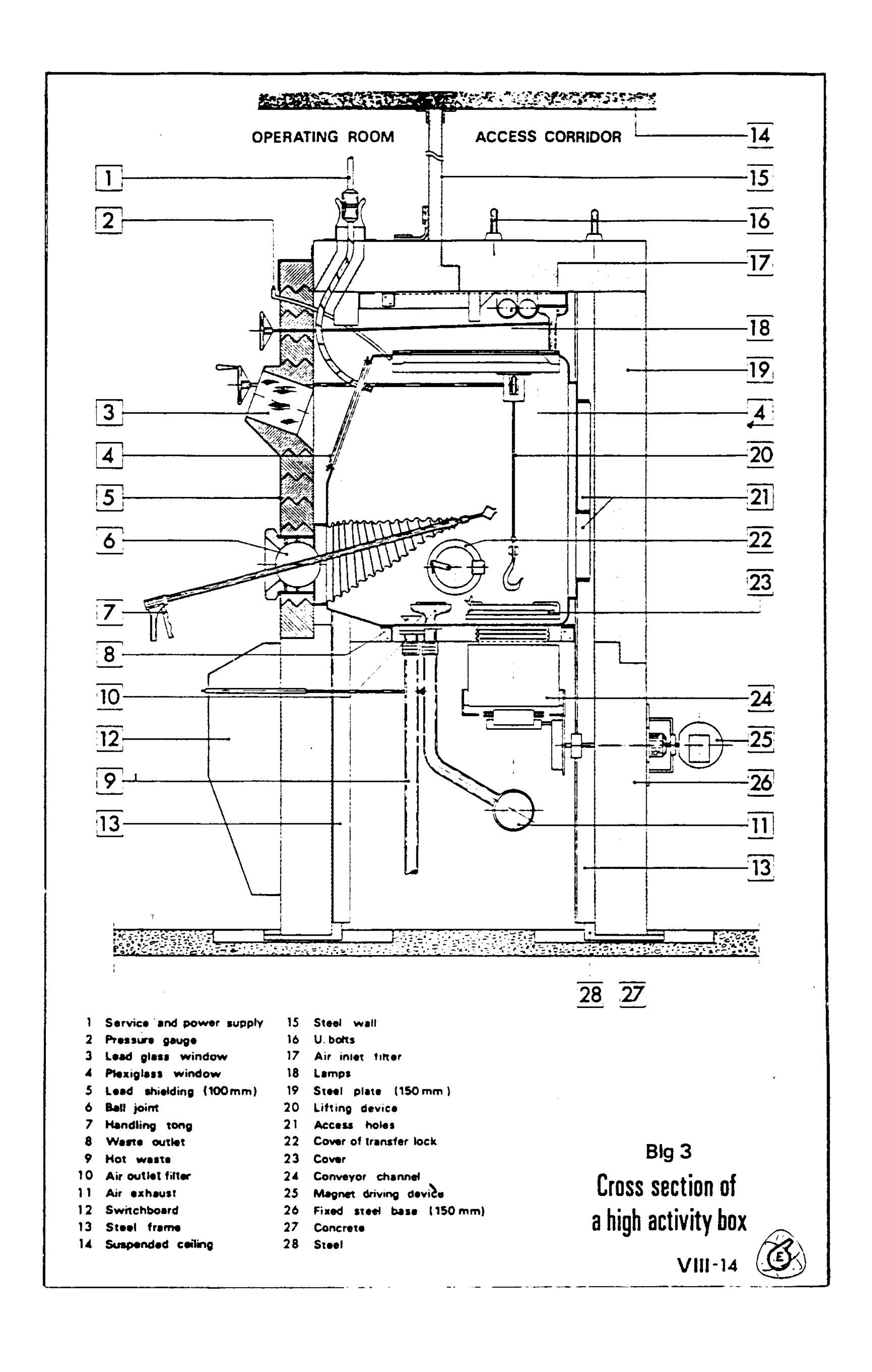
Vue d'une salle de faible activité du laboratoire analytique de l'usine.
Source: Photographie du fonds Eurochemic, sans date.



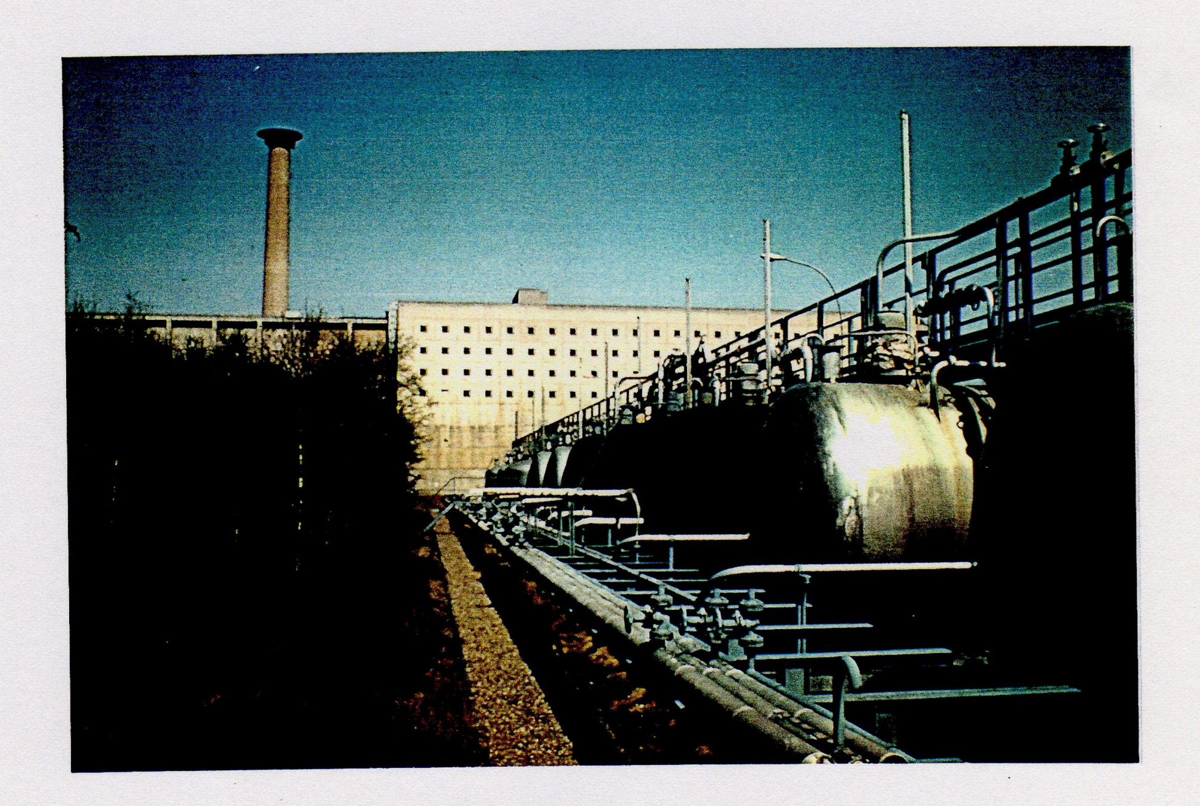
Vue de la galerie des boîtes protégées du laboratoire analytique de haute activité.
Source: photographie du fonds Eurochemic, sans date.



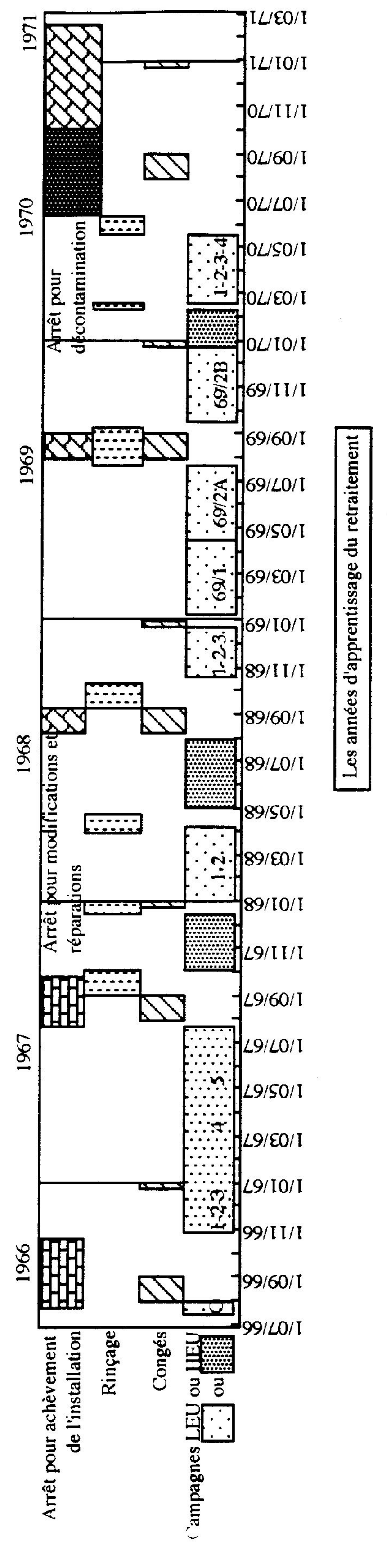
Coupe d'une boîte de haute activité du laboratoire analytique.
Source: Safety Analysis (1965), volume des figures, VIII-14.



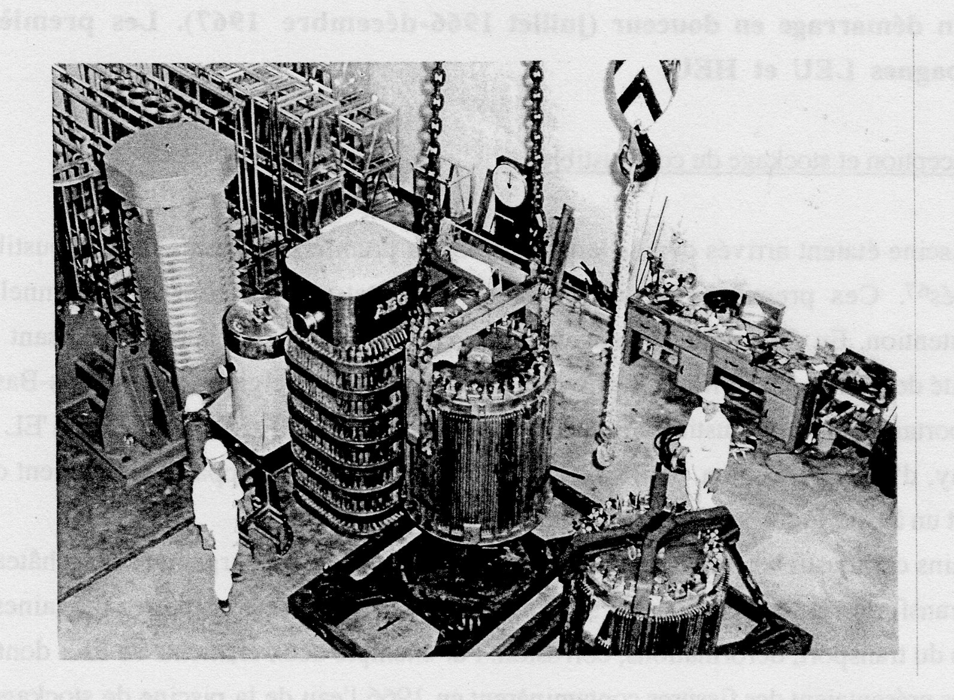
Vue de l'usine à partir de la plate-forme de stockage des produits inactifs (N°7). Au fond à gauche le sommet du bâtiment de réception et de stockage des combustibles (Bâtiment 2), et en arrière-fond la cheminée de l'usine. Au centre et à droite la façade Sud du bâtiment de traitement, avec les fenêtres des galeries des quatre derniers étages.
Source: Diapositive du fonds Eurochemic, sans date.



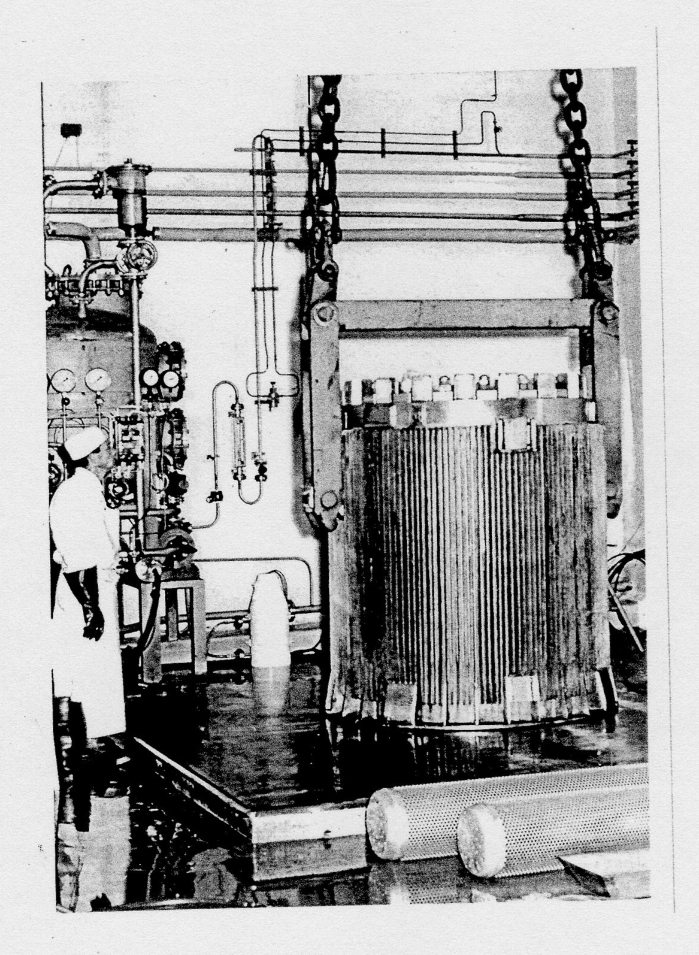
Rythme d'exploitation de l'usine de retraitement pendant la période allant de juillet 1966 à février 1971. La période couverte par cette frise fut marquée par de nombreuses interruptions et les successions de campagnes se firent assez rapidement.
La frise chronologique inférieure montre la succession des campagnes de retraitement, numérotées par année et sous-campagne pour le retraitement des combustibles à uranium naturel ou faiblement enrichi (LEU). Les trois bandes du haut évoquent les fermetures pour congé et les périodes d'arrêt avec leurs causes, rinçage entre deux campagnes, installation de nouveau matériel, réparations, modifications ou décontamination.
Source: RAE 3, RAE 1967 à 1971.



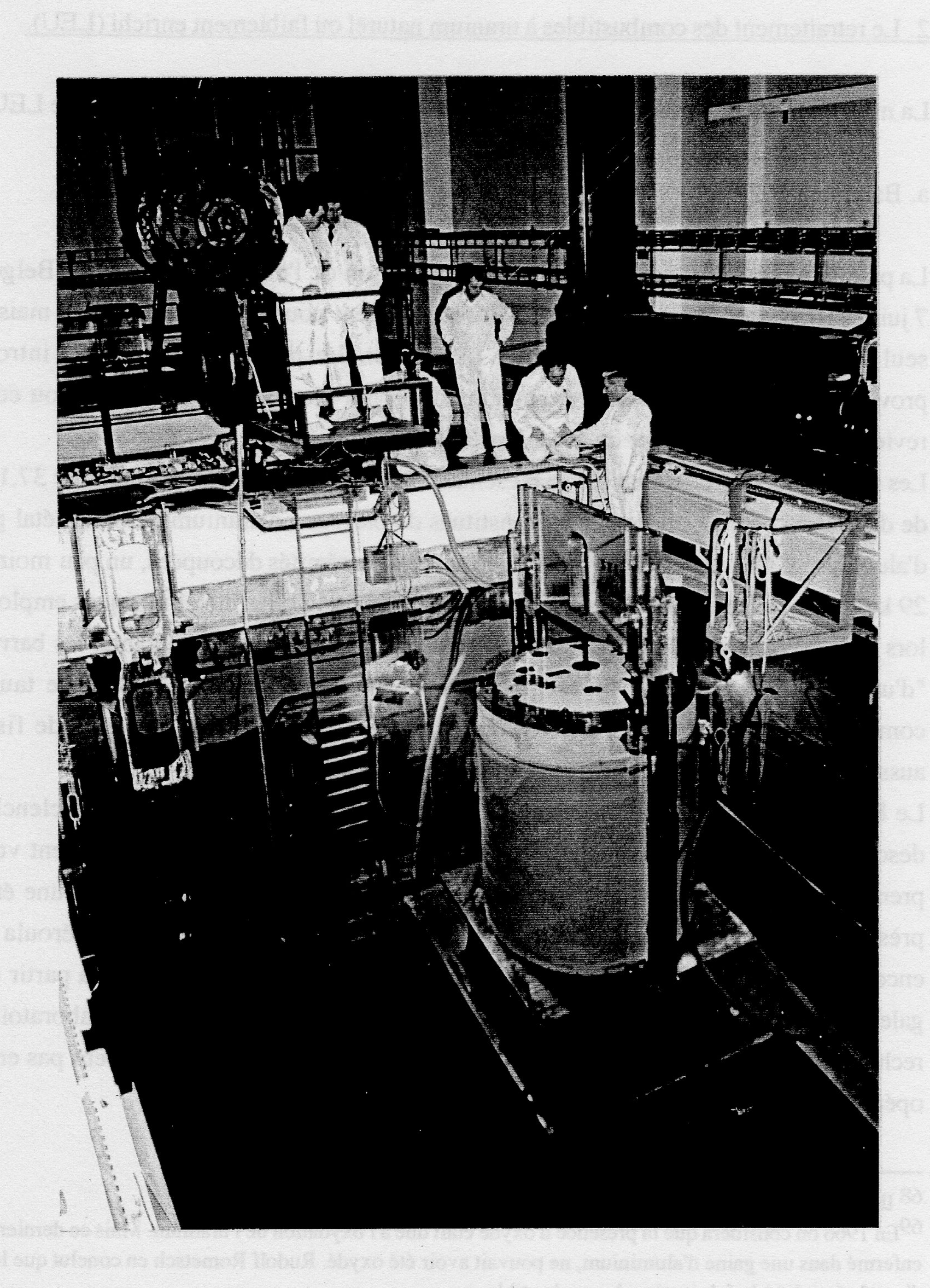
Vue de l' aire de déchargement des châteaux de transport, montrant leur grande diversité de formes. De gauche à droite, un château de Diorit, un château de petite taille non identifié, le château AEG pour VAK et BR3, et deux châteaux d'EL3, dont l'un est enlevé de son socle de transport par deux chaînes accrochées au pont roulant. Photographie prise à partir du grand atelier de décontamination.
Source: Photographie du fonds Eurochemic, sans date.



Arrivée d'un château sur l'aire de traitement du grand atelier de décontamination.
Source: Photographie du fonds Eurochemic, sans date.



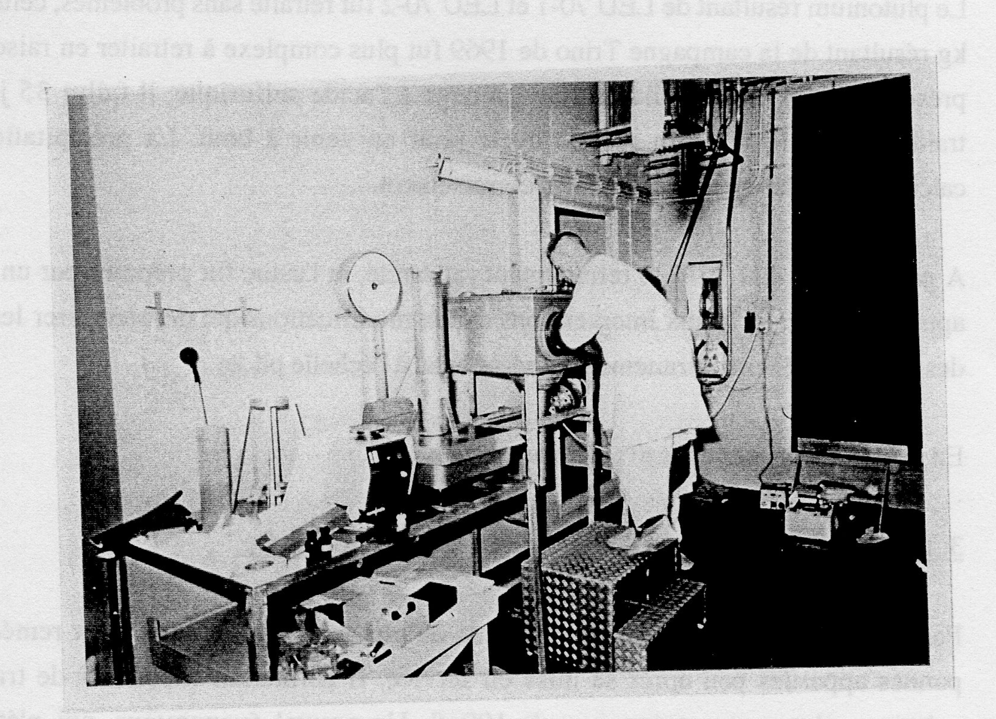
Examen d'un château reposant immergé sur la plate-forme de la piscine de réception avant ouverture pour déchargement des combustibles.
Source: Photographie du fonds Eurochemic, sans date.



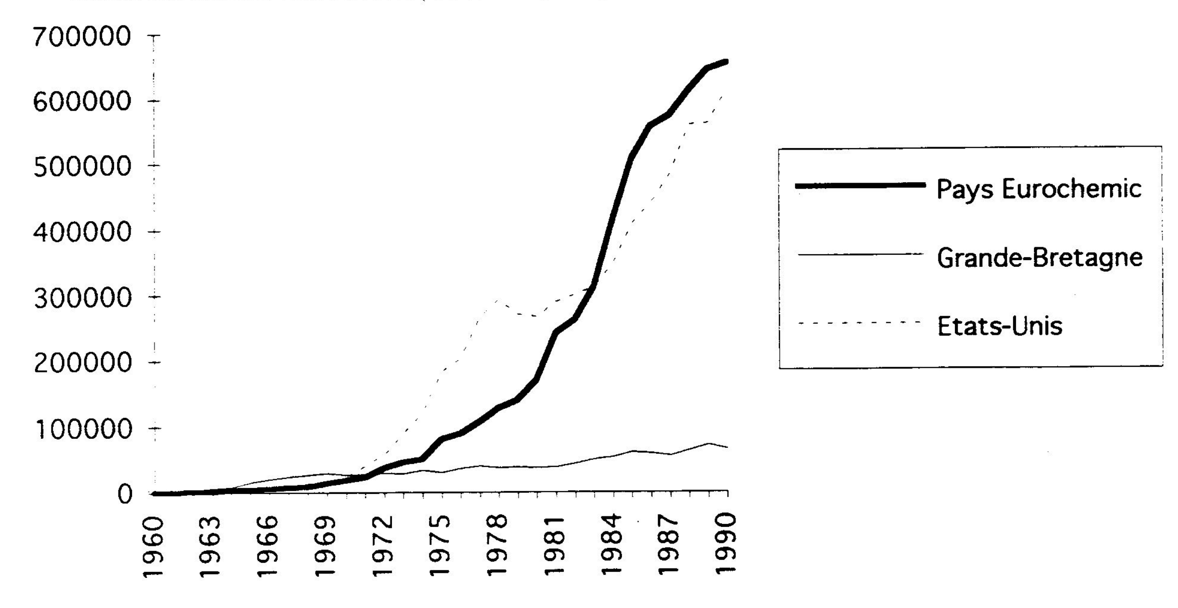
Chargement sur la remorque d'un camion d'un conteneur "SAFRAP" de nitrate d'uranyle faiblement enrrichi, un des produits finals des campagnes LEU.
Source: photographie du fonds Eurochemic, sans date.

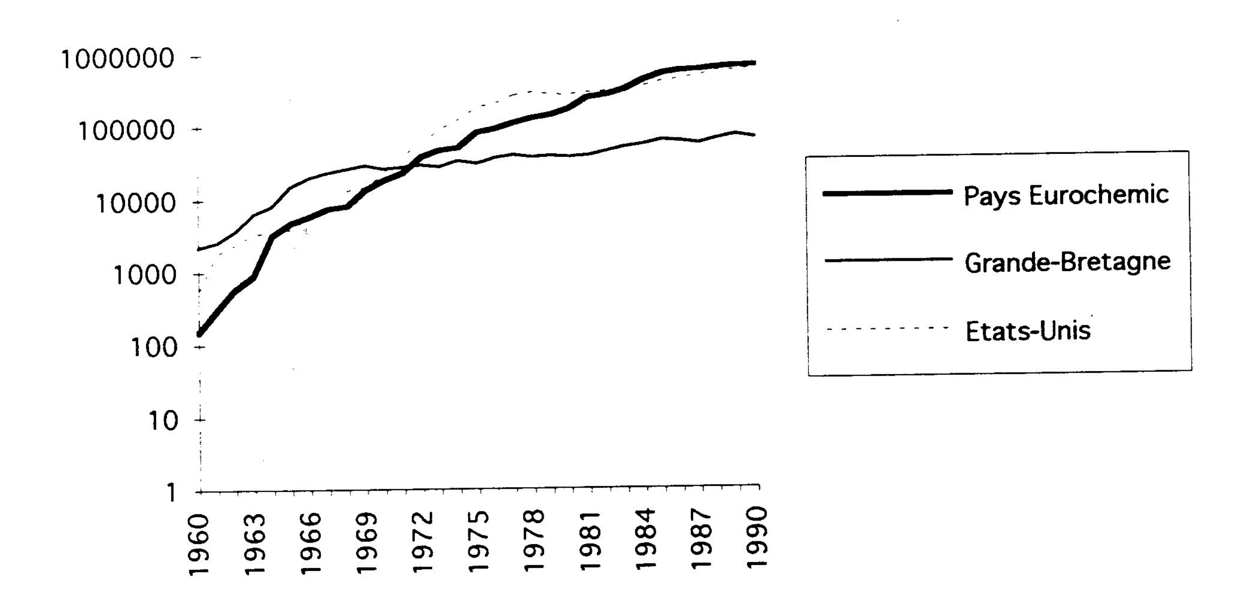


Un opérateur met en bouteille dans une boîte à gants du nitrate d'uranyle hautement enrichi, produit final des campagnes HEU.
Source: photographie du fonds Eurochemic, sans date.

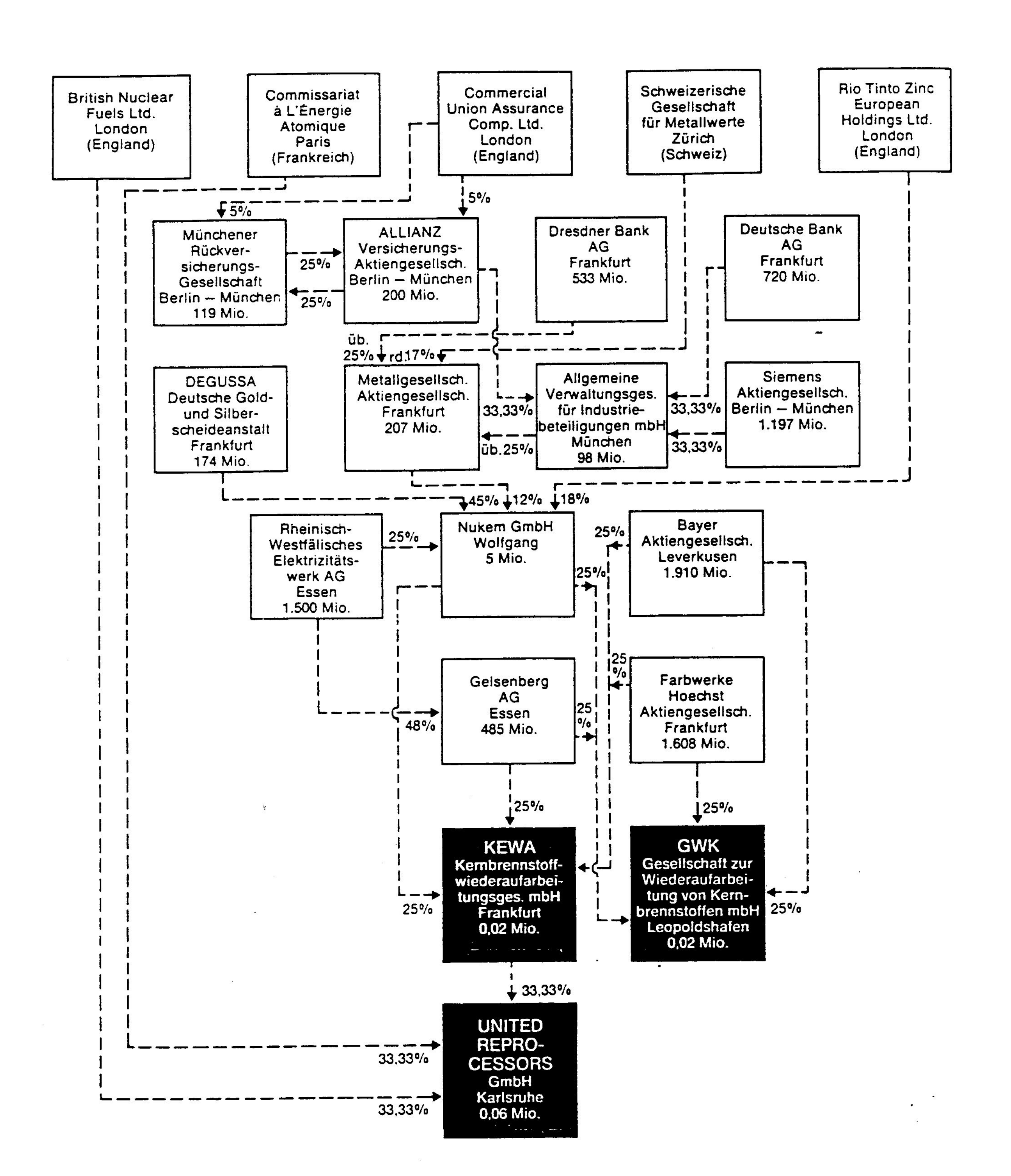


Evolution de la production électronucléaire des pays membres d'Eurochemic, comparée à celles de la Grande-Bretagne et des Etats-Unis de 1960 à 1990, exprimées en GWh.
En haut: échelle arithmétique.
En bas: échelle logarithmique.
Les deux graphiques mettent en évidence à la fois la vitesse du rattrapage par l'Europe continentale de son retard sur les Etat-Unis et sur la Grande-Bretagne et le caractère très modeste, jusqu'à la fin des années soixante-dix, de la production électronucléaire des pays appartenant à Eurochemic.
Source des données : AIE/OCDE (1990, 1991,1992).

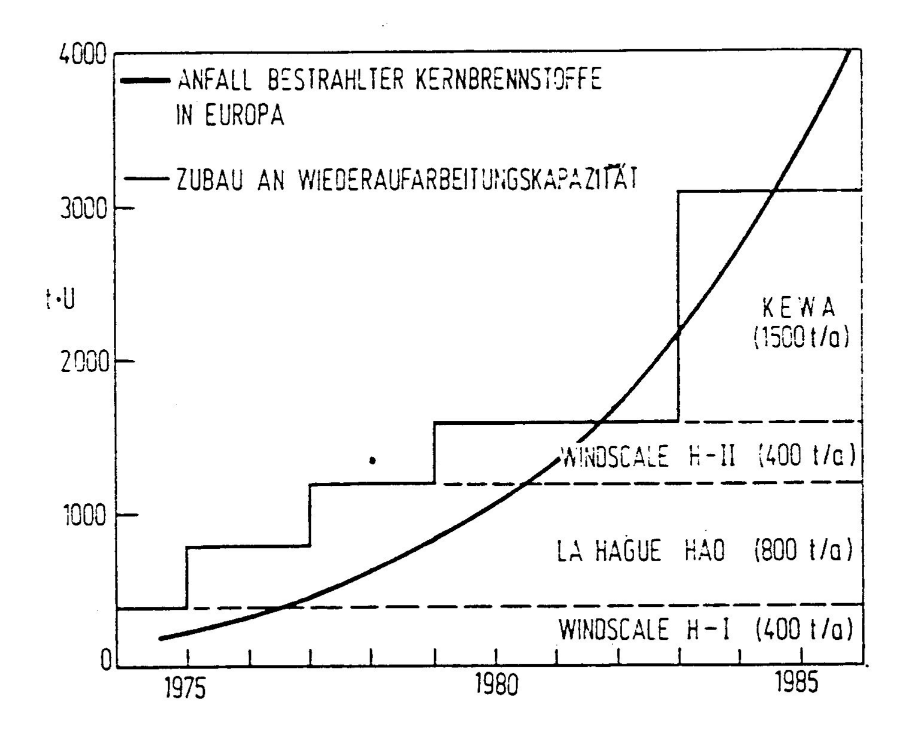




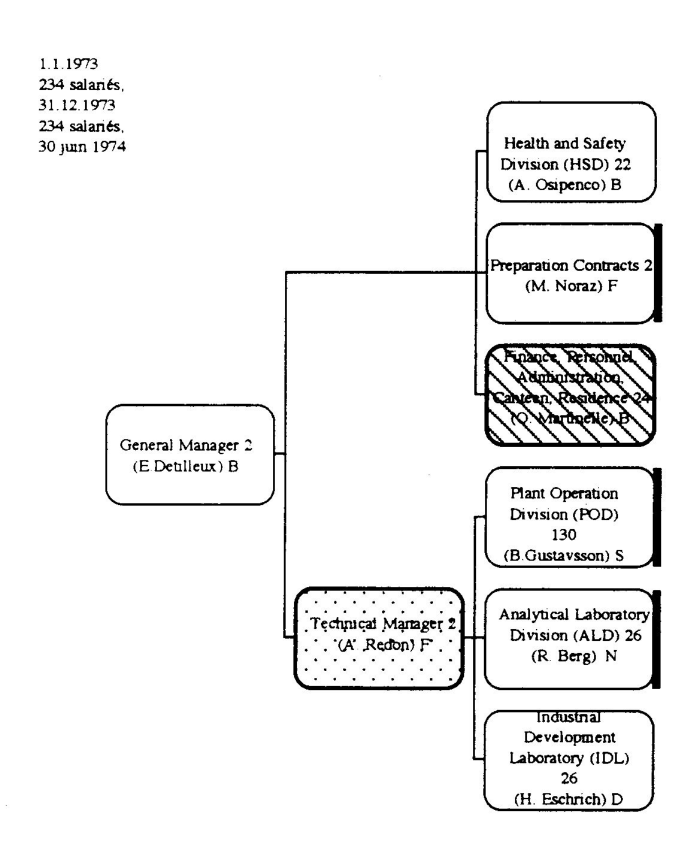
UNIREP et les structures du retraitement en Allemagne fédérale en juin 1974.
Source: SOLFRIAN W. (1974), p. 314.

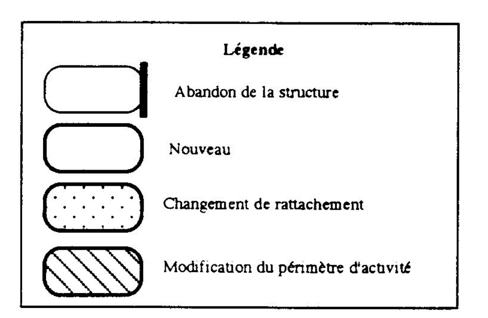


L'avenir de retraitement en Europe vu par UNIREP en 1974. La construction d'une usine allemande de très grande capacité par KEWA est prévue pour 1983, lorsque les usines de la Hague et de Windscale arriveront à saturation.
Courbe en gras: prévisions de production de combustibles irradiés en Europe.
Diagramme en barre: accroissement de la capacité de retraitement.
Source: ZÜHLKE P. (1974), p. 349.

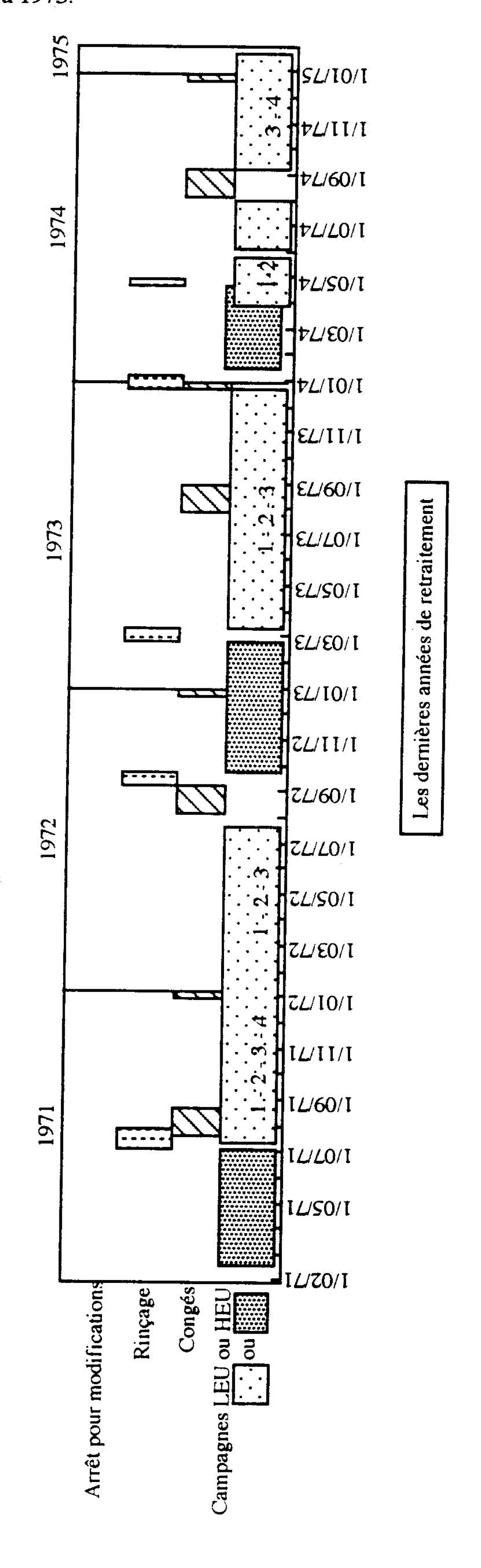


Organigramme de la Société du début de 1973 à la fin du mois de juin 1974.
Source: RAE 1973 et 1974.





Rythme d'exploitation de l'usine de retraitement pendant la période allant de février 1971 à janvier 1975.
La frise chronologique inférieure montre la succession des campagnes de retraitement, numérotées par année et sous-campagne pour le retraitement des combustibles à uranium naturel ou faiblement enrichi (LEU). Les trois bandes du haut évoquent les fermetures pour congé et les périodes d'arrêt avec leurs causes, rinçage entre deux campagnes.
Le rythme d'exploitation fut beaucoup moins haché que pendant les années d'apprentissage. Il n'y eut pas d'arrêt prolongé du retraitement pour des raisons autres que les rinçages inter-campagnes.
Source: RAE 1971 à 1975.



Frise chronologique montrant la succession des opérations dans les différentes unités de l'usine lors de la campagne de retraitement des combustibles à uranium hautement enrichi qui eut lieu en 1971.
Source: CA(72)1, hors-texte entre les pages 50 et 51.

Programme d'exploitation pour l'année 1972.
En haut la campagne de retraitement des combustibles à uranium faiblement enrichi, en bas celle des combustibles à l'uranium hautement enrichi.
Source: CA(73)1, hors-texte entre les pages 25 et 26, 34 et 35.

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL
DECLAD. - DISSOL.		SENA			DP	TRINO	RINSE
U - EXTRACT.							
1st CYCLE	DODEWAARD	SENA		SOLVENT	SENA DP	TRINO	SHUT DOWN
2nd CYCLE		SENA		U IV	SENA	DP TRINO	SHUT DOWN
Pu - UNIT							
WET PART	DODEWAARD		SENA				RINSE
DRY PART							RINSE

	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
HEAD END	ANNUAL MAINTENANCE RINSE AND HOLIDAYS				
U - EXTRACTION					
1st CYCLE					
2nd CYCLE					
3rd CYCLE				With recycl.	
U - BOTTLING					

Programme d'exploitation pour les années 1973 et 1974.
Source: CA(74)2, p.24 et CA(75)2 p. 23.

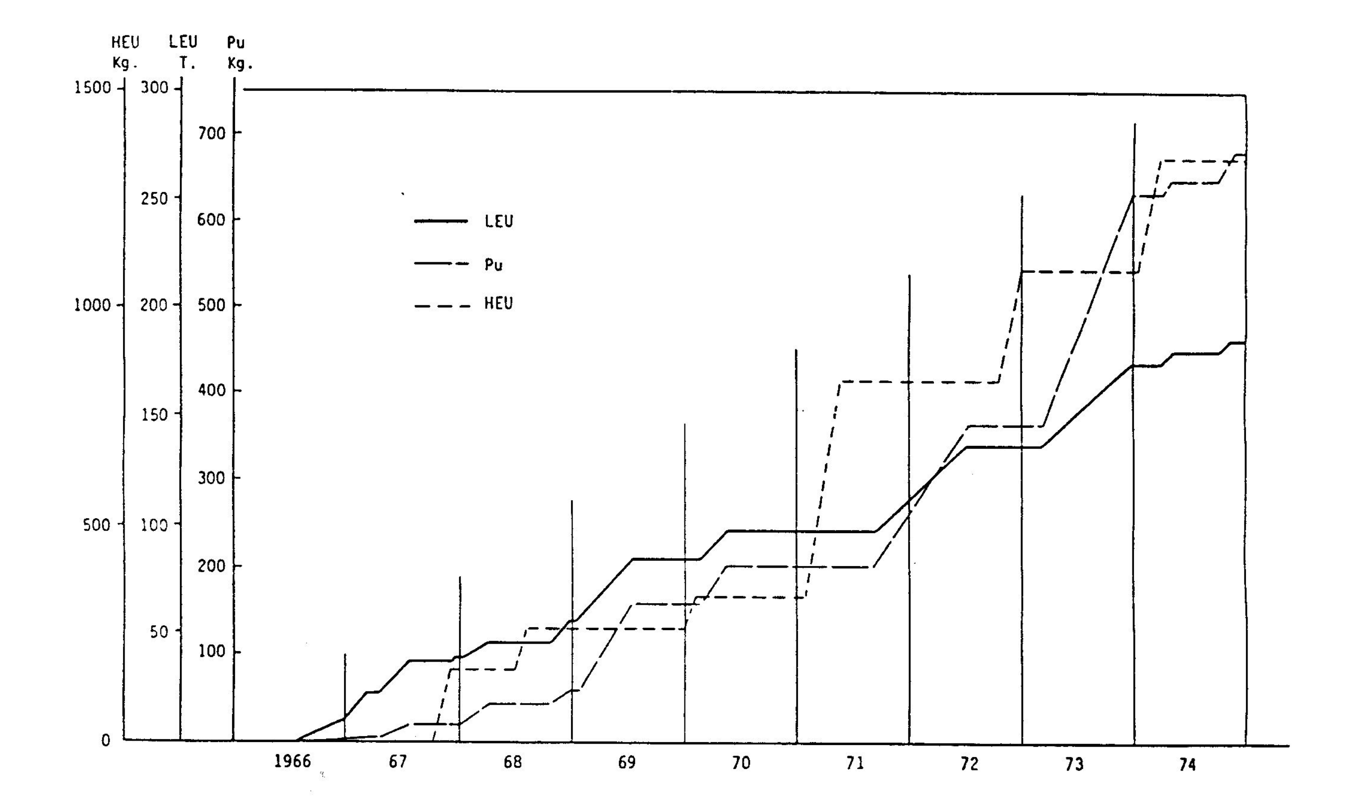
OPERATION PROGRAMME FOR 1973.

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
HEU												
3rd cycle												
Pur. TTA												
LEU												
HEAD-END	TRINO		TRINO		SENA		KRB				KRB	
U-EXTRACT 1st cycle		PREP.		TRINO		SENA			SENA		KRB	
2nd cycle												
Pu Unit												
Extr.cycle												
Dry part												

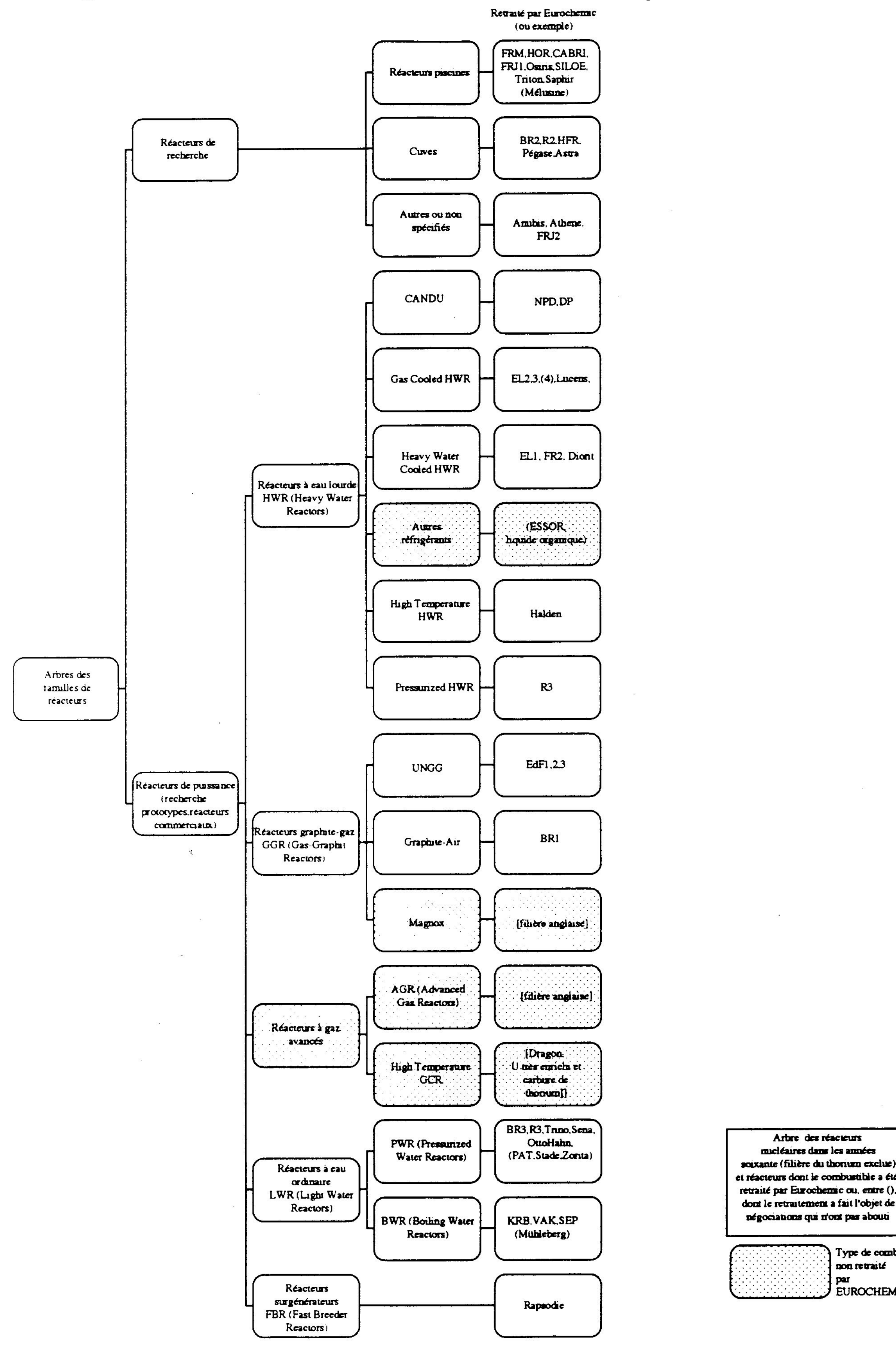
OPERATION PROGRAMME FOR 1974.

	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUN.	JUL.	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
HEU												
Dissolution												
1st + 2nd Extraction cycle												
3rd Extr. cycle												
LEU												
Dissolution			CdN	St.Hahn	Raps.				Dodewaard			
1st + 2nd U Extraction cycle												
2nd Pu Extr. cycle												
Precipitation												
PuO_2 dissolution												

Production cumulée de matières fissiles pendant la période de retraitement. Plus de la moitié de la production fut réalisée après l'interruption de 1970-1971.
Source: HUMBLET L. (1987), p. 13.



Types de réacteurs existant et réacteurs dont les combustibles ont été retraités par Eurochemic.



Le système de classification des déchets à Eurochemic. Essai de synthèse.

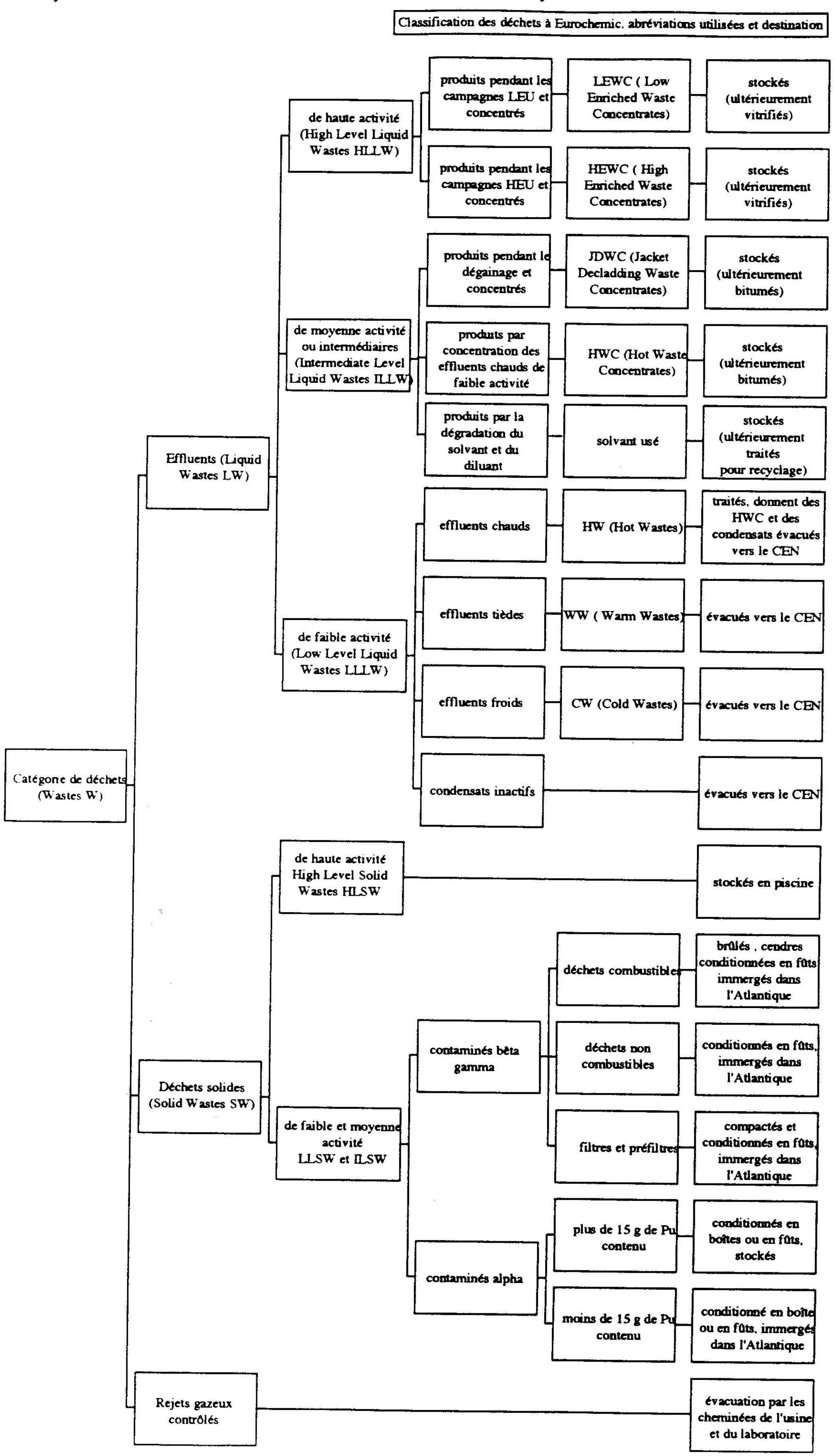


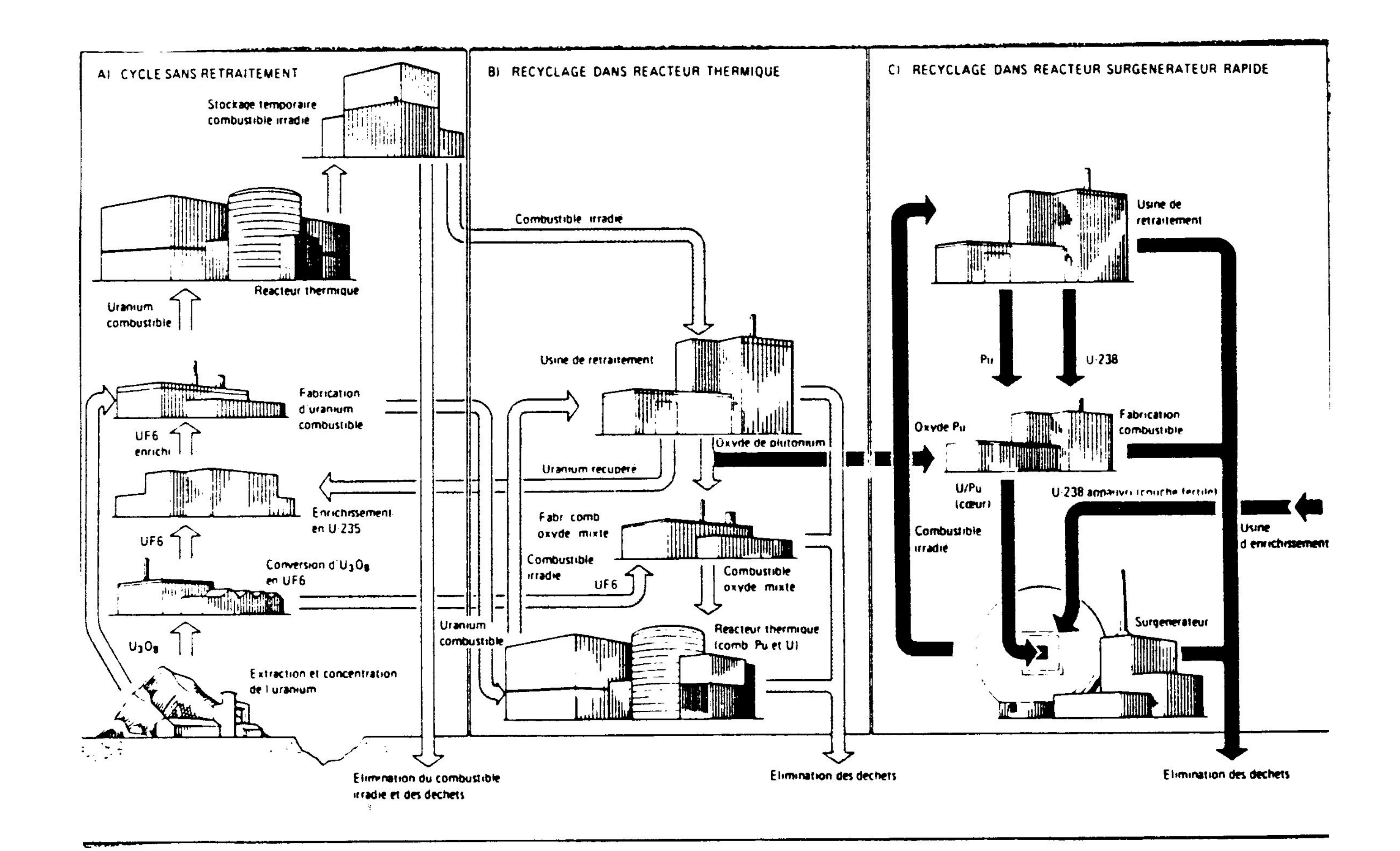
Table de concordance entre le système de classification des effluents d'Eurochemic et celui de l'AIEA. Source: HUMBLET L. (1987), p. 9. Document simplifié.

CAT.	CODE	TYPE OF WASTE	SPECIFIC ACTIVITY (Ci/m^3)	IAEA Cat.	SPECIFIC ACTIVITY (Ci/m^3)
HIGH LEVEL WASTE (HLW)	LEWC	Low enriched waste concent.	$> 10^4$	5	$> 10^4$
	HEWC	High enriched waste concent.	$> 10^4$		
MEDIUM LEVEL WASTE (MLW)	JDW	Jacket decl. waste sol.	$1 - 10^4$	4	$10^{-1} - 10^4$
	HWC	Hot waste concentrate			
	HW	Hot waste	$3.10^{-2} - 10^3$		
LOW LEVEL WASTE (LLW)	WW	Warm waste	$10^{-4} - 3.10^{-2}$	3	$10^{-1} - 10^{-1}$
	CW	Cold waste	$10^{-6} - 10^{-4}$	2	$10^{-6} - 10^{-3}$
	Cond.	Condensate	$< 10^{-6}$	1	$< 10^{-6}$

Statistiques de production des effluents de dégainage suivant la nature du gainage, les réacteurs et les campagnes de retraitement.
Source: HUMBLET L. (1987), p. 11.

TYPE OF CLADDING	REACTOR CAMPAIGN	URANIUM TON	CLADDING			WASTE PRODUCTION	
			TOTAL kg	kg/batch	CONCENTR. g/l	m^3	m^3/TU
ALUMINIUM	DIORIT '67	6.2	350	50	~30	12	1.9
	DIORIT '68	7.1	370	50	~40	9.8	1.4
	FR-2 '67	6.7	590	59	~30	20	3.0
	BR-1 '67	1.9	80	27	~25	3.4	1.8
Mg - Zr	EDF 1/2 '68	3.7	330	66	50 - 70	7.4	2.0
	EDF 2/3 '69	2.3	280	92	~40	6.0	2.6
	LUCENS '71/72	6.0	500	35	30 - 60	17.8	2.7
STAINLESS STEEL	BR3 '68	2.0	750	103	50 - 70	14.4	5.1
	TRINO '69	12.3	3,600	148	60 - 70	56	5.3
	TRINO '70	1.2	350	100	70 - 80	4.8	4.0
	TRINO '71/72	3.9	1,100	260	60 - 90	16.7	4.3
	TRINO '73	11.0	3,100	260	70 - 80	43.5	4.0
	SENA '71/72	12.2	3,800	260	60 - 80	56.9	4.4
	SENA '73	11.8	3,500	260	60 - 80	52.9	4.6
	RAPSODIE '74	3.2	1,100	240	80 - 90	14.8	4.6
	OTTO HAHN	2.6					
ZIRCONIUM	VAK '68	4.1	1,100	129	30 - 50	45.1	11.0
	VAK '70	1.9	500	157	30 - 50	11.6	6.1
	HALDEN '68	1.3	900	127	30 - 50	31.2	24.0
	R-3 '69	12.8	2,250	188	30 - 50	39.7	3.1
	NPD '70	9.4	1,100	120	30 - 50	28.2	3.0
	D.P '71/72	12.7	1,300	100	30 - 50	37.2	2.9
	DOODEW. 71/72	3.1	800	90	30 - 50	31.4	10.0
	DOODEW. '74	5.5	1,400	90	30 - 50	39.0	7.1
	KRB '73	15.2	2,950	140	30 - 50	96.7	6.4

Les trois "cycles" du combustible envisagés par l'INFCE.
Source: INFCE (1980), première page de couverture du volume de résumé des travaux.



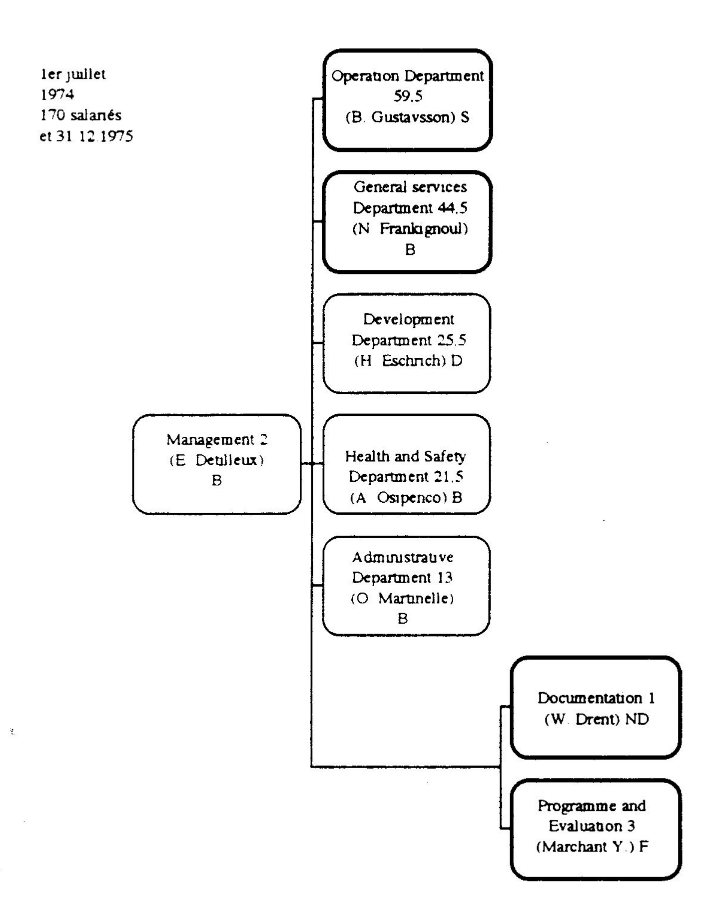
Deux scénarios de calendrier des travaux envisagés en 1978 par le Groupe spécial.
En haut, la reprise par la Belgique permettrait de ne plus être présent sur le site à partir de 1982 et d'être dégagé financièrement en 1989.
En bas, la non-reprise prolongerait la présence sur le site et le financement au-delà de 1990.
Source: NE/EUR (78)1, p. 29.

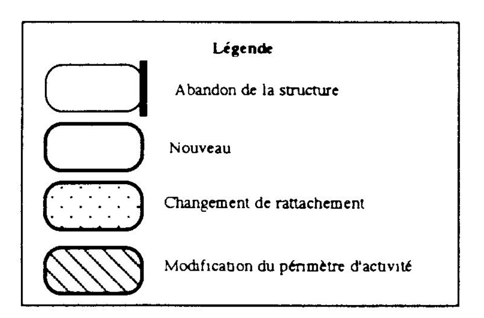
CALENDRIER DES TRAVAUX ET DES OBLIGATIONS

	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
I. EN CAS DE REPRISE													
Parachèvement de la décontamination (Zone A)	———	——											
Traitement des déchets de faible et moyenne activité (Zone B)	———	———	———	———	- -								
Traitement des déchets liquides de haute activité (Zone D)													
- Construction unité solidification	-x-x-	-x-x-	-x-x-	-x-x-	-x-x-	-							
- Exploitation unité solidification						- -	-x-x-	-x-x-	-x-x-	-x-x-	-x-x-		
- Gestion des stockages liquides	———	———	———	———	-x-x-	-x-x-	-x-x-	-x-x-	-x-x-	-x-x-	-x-x-		
Gestion et fonctionnement général (Zone C)	———	———	———	———	- -								
Contribution au démantèlement	-x-x-	-x-x-	-x-x-	-x-x-	-x-x-								
II. EN CAS DE NON REPRISE													
Parachèvement de la décontamination (Zone A)	———	——											
Traitement des déchets de faible et moyenne activité (Zone B)	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	
Traitement des déchets liquides de haute activité (Zone D)													
- Construction unité solidification	———	———	———	———	———	-							
- Exploitation unité solidification						———	———	———	———	———	———		
Gestion des stockages et évacuation des déchets radioactifs	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———
Démantèlement		———	———	———		- - -	- - -	———	———	———	———	———	———
Gestion et fonctionnement général (Zone C)	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———

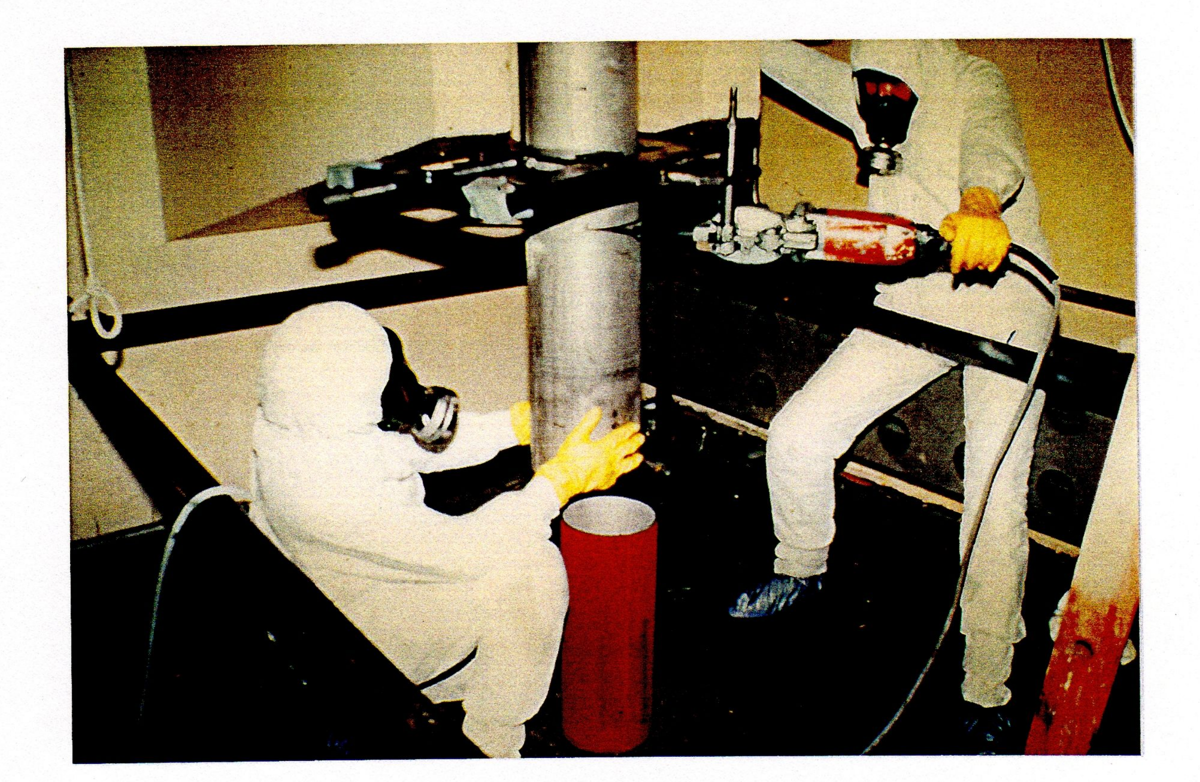
——— = Travaux exécutés par Eurochemic
-x-x-x- = Travaux financés totalement ou partiellement par Eurochemic

Organigramme de la Société du premier juillet 1974 à la fin de 1975.
Source: RAE 1974 et 1975.

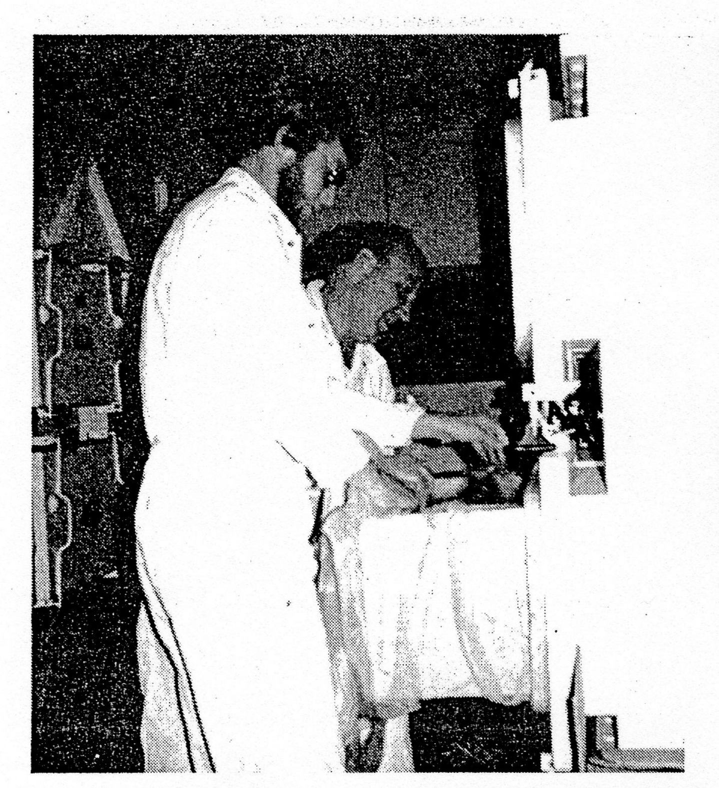


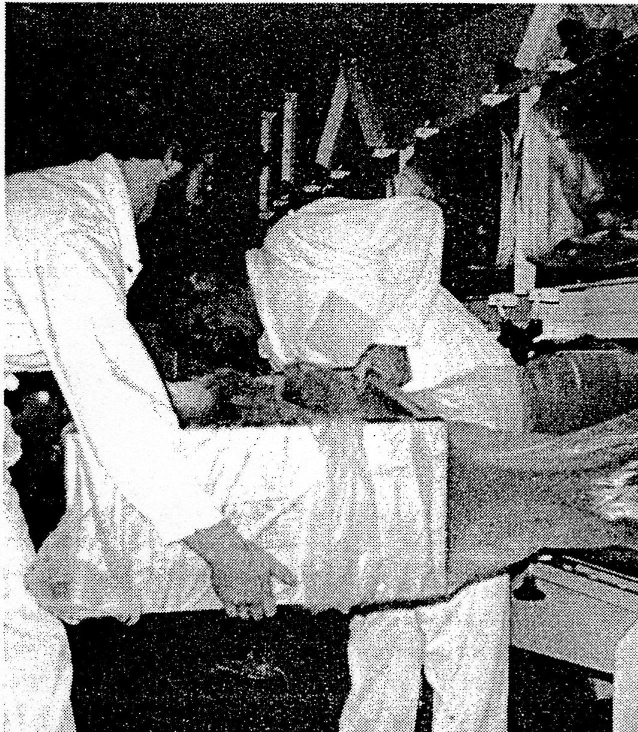


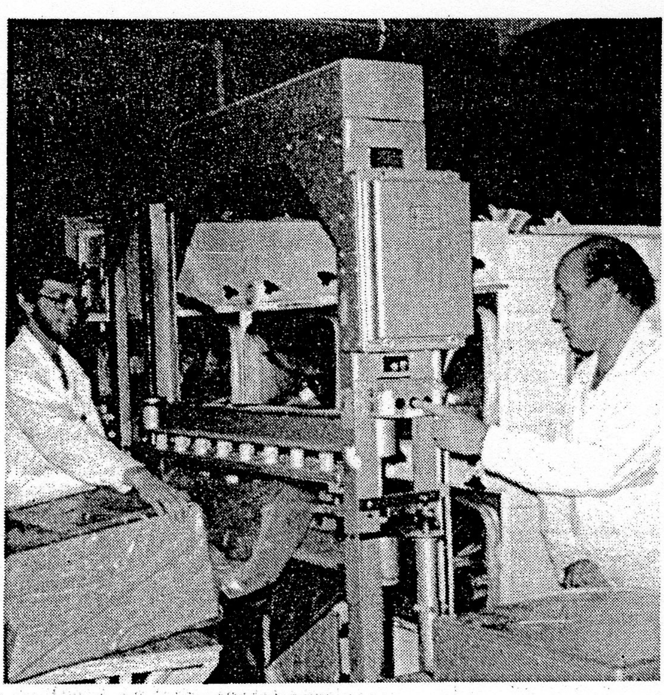
Démantèlement à la scie du tube principal du troisième dissolveur en 1978.
Source: Diapositive couleur du fonds Eurochemic, sans date.

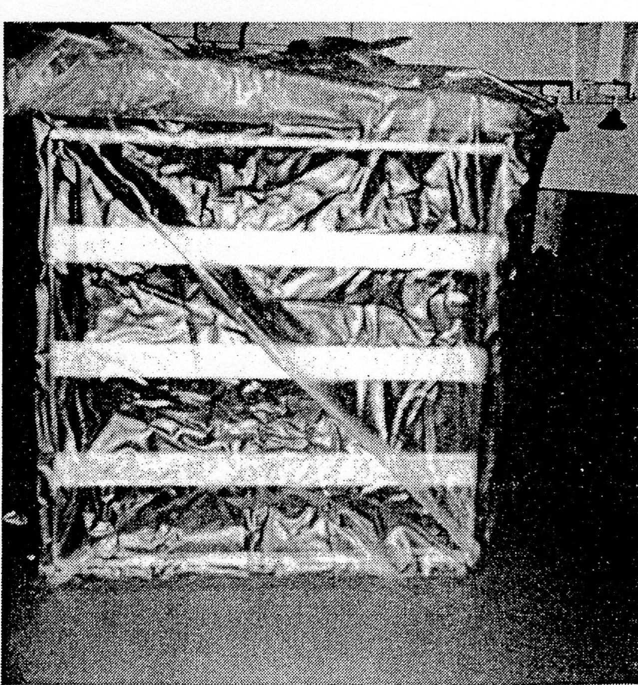


Changement d'un filtre absolu dans la salle de l'unité de ventilation de l'usine. Deux opérateurs glissent le filtre usé dans une poche en plastique, qui est ensuite hermétiquement scellée. Le filtre ainsi conditionné est évacué et conditionné comme déchet.
Source: RAE 1981, hors-texte entre les pages 8 et 9.

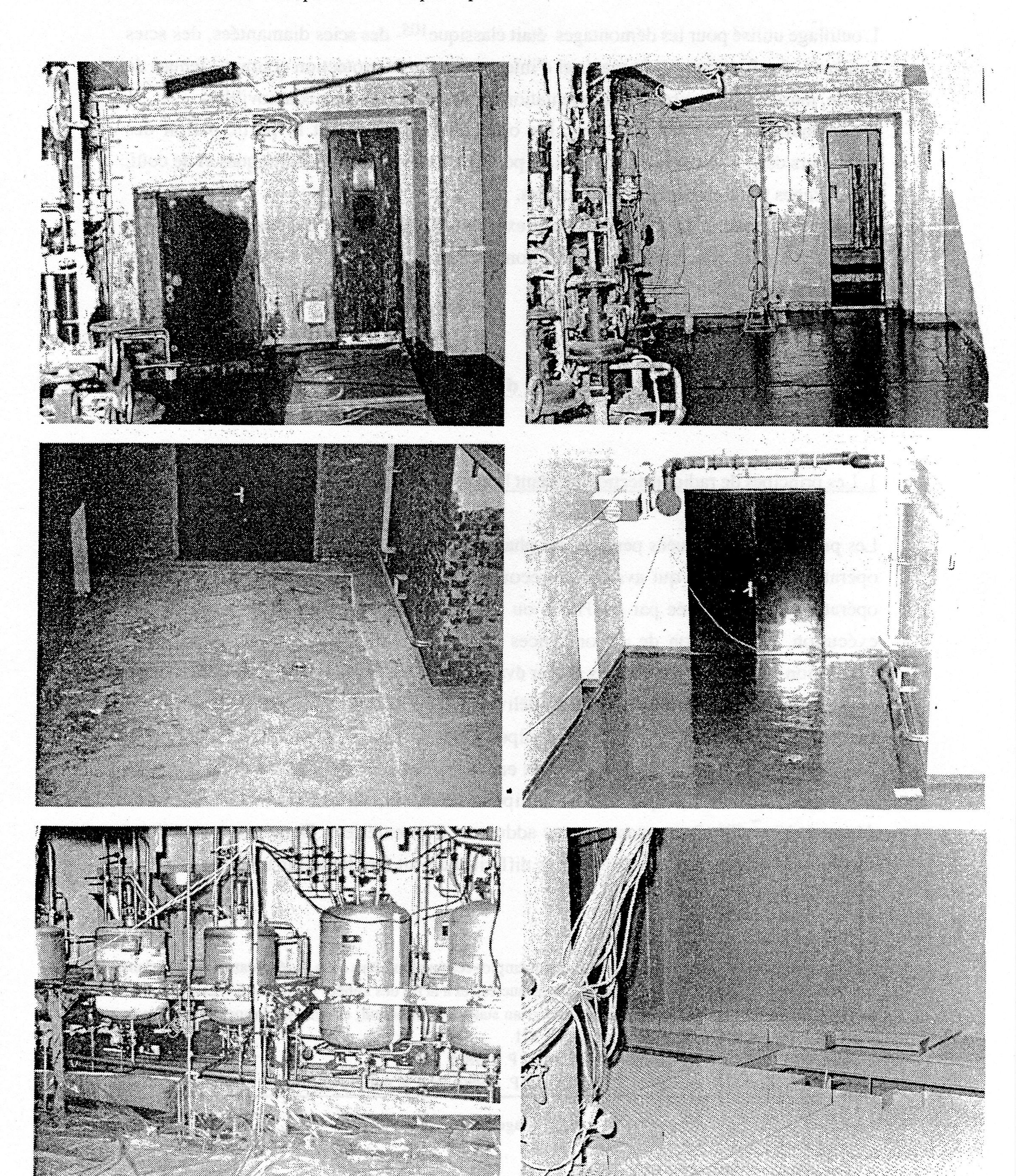








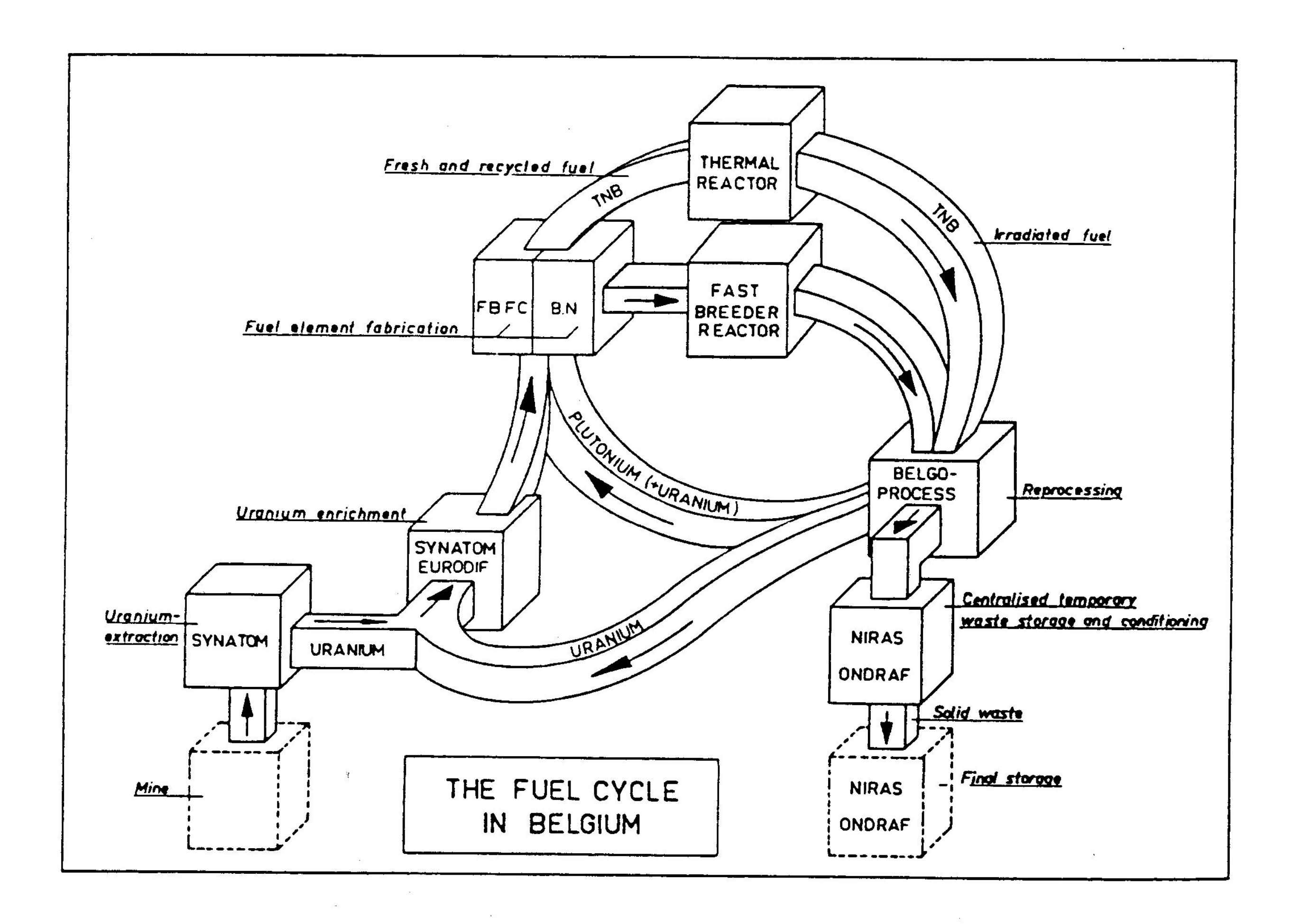
Après la décontamination, réparations et peinture de certaines zones de l'usine en vue de la reprise du retraitement. Dans la colonne de gauche l'état des lieux après décontamination, dans la colonne de droite l'état des lieux après restauration et mise en peinture. En haut , dans l'ancienne zone de séparation sèche du plutonium, zone 29. A milieu, dans la cellule 13, qui comportait les pompes de la queue de procédé de l'uranium. En bas, dans la zone 22 de préparation du plutonium.
Source: RAE 1981, photos entre les p. 8 et p. 9.



Empilement de fûts de déchets de faible activité au CEN en vue de leur immersion dans l'Atlantique.
Source: Diapositive couleur du fonds Eurochemic.



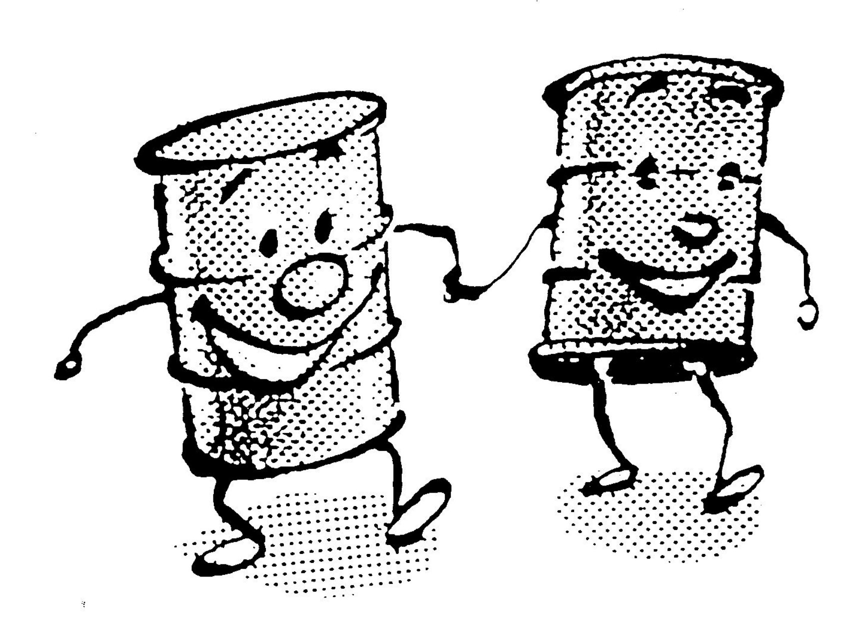
L'organisation du cycle du combustible en Belgique, telle qu'elle est encore espérée à la fin de 1985. La reprise du retraitement à Belgoprocess assurerait le bouclage d'un cycle incorporant un réacteur surgénérateur, fondé sur des importations d'uranium, enrichi par Eurodif, à laquelle participent les Belges.
Source: NEW, décembre 1985, p. 22, qui reprend en fait un document de Belgonucléaire.



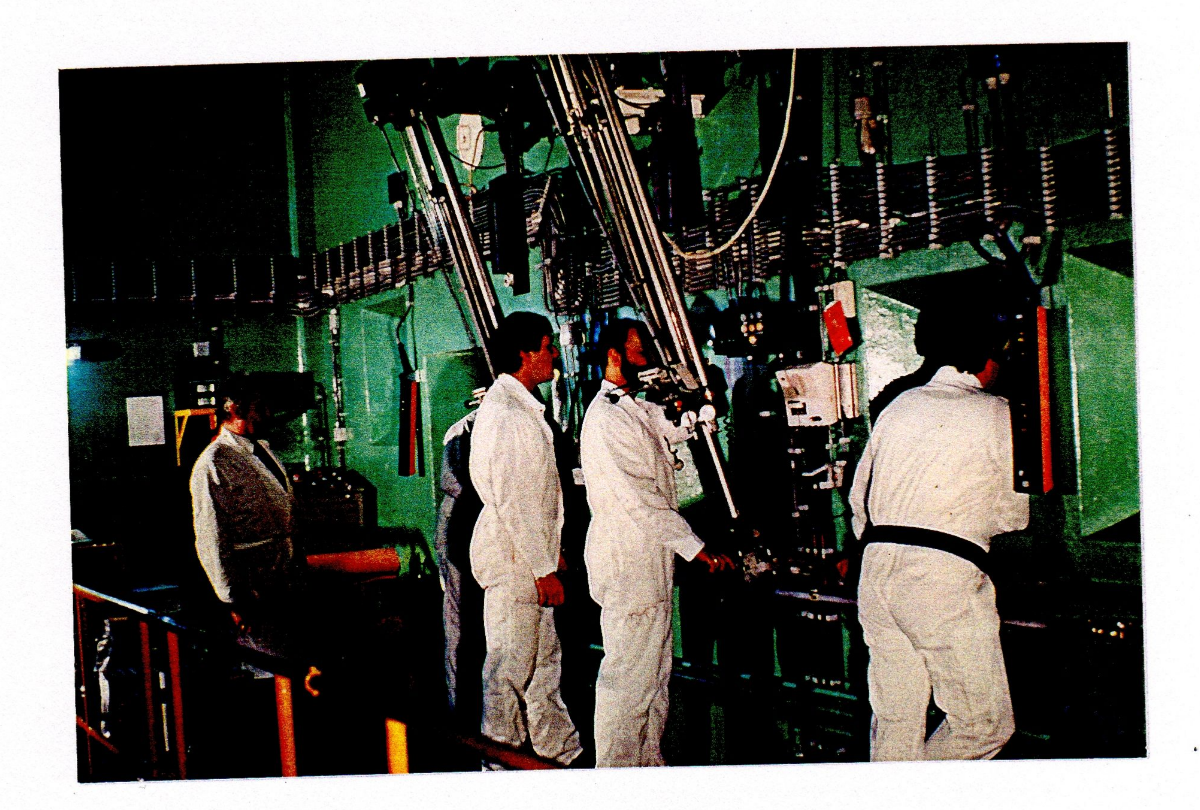
Eurochemic vue par les opposants à l'énergie nucléaire. Dessin extrait d'un tract distribué à l'occasion de la manifestation internationale anti-atomique (Internationale antiatoom-manifestatie) qui eut lieu à Mol le 25 octobre 1980. Mol signifie en néerlandais la taupe.
Source: Archives Eurochemic.



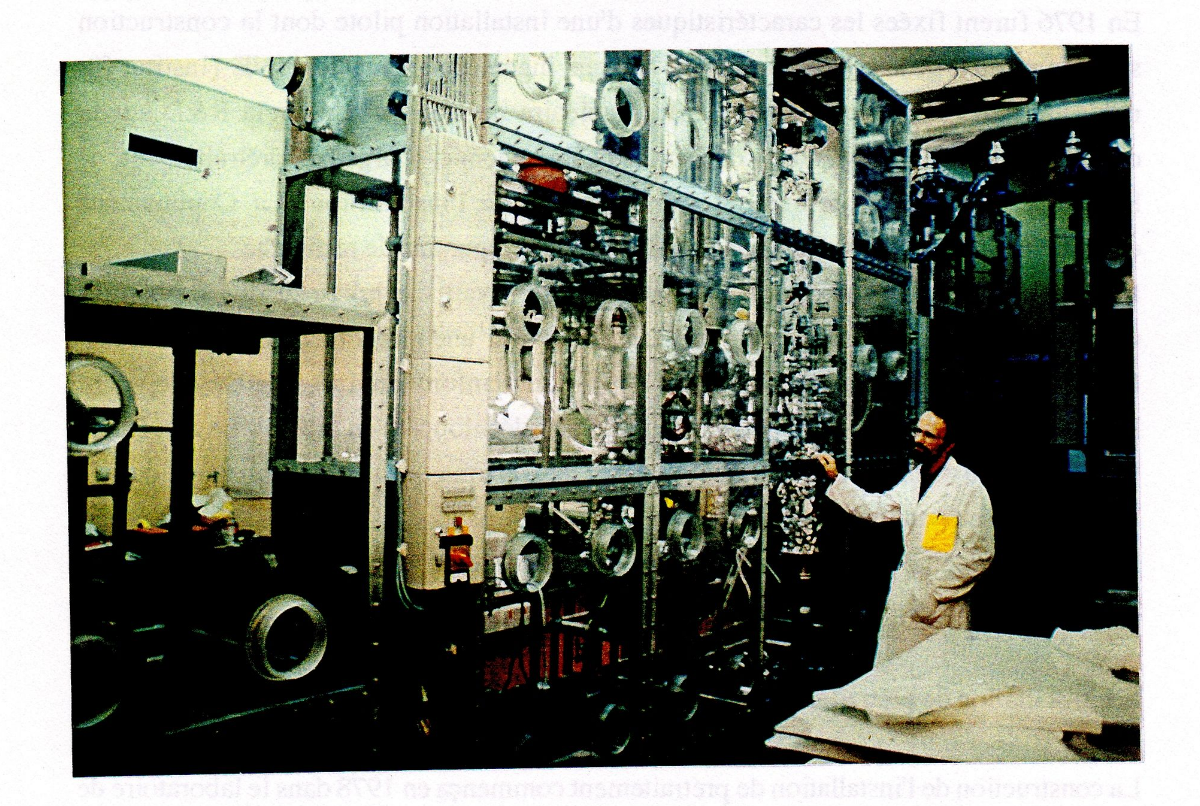
"Les activités de l'ONDRAF et de sa filiale Belgoprocess sont étroitement imbriquées. Ensemble nous nous activons pour gérer les déchets radioactifs et assainir le passif nucléaire de Mol-Dessel".
Première phrase du premier rapport annuel commun ONDRAF-Belgoprocess, accompagnée du dessin ci-dessous.
Source: Rapport annuel ONDRAF-Belgoprocess 1990, p. 1.



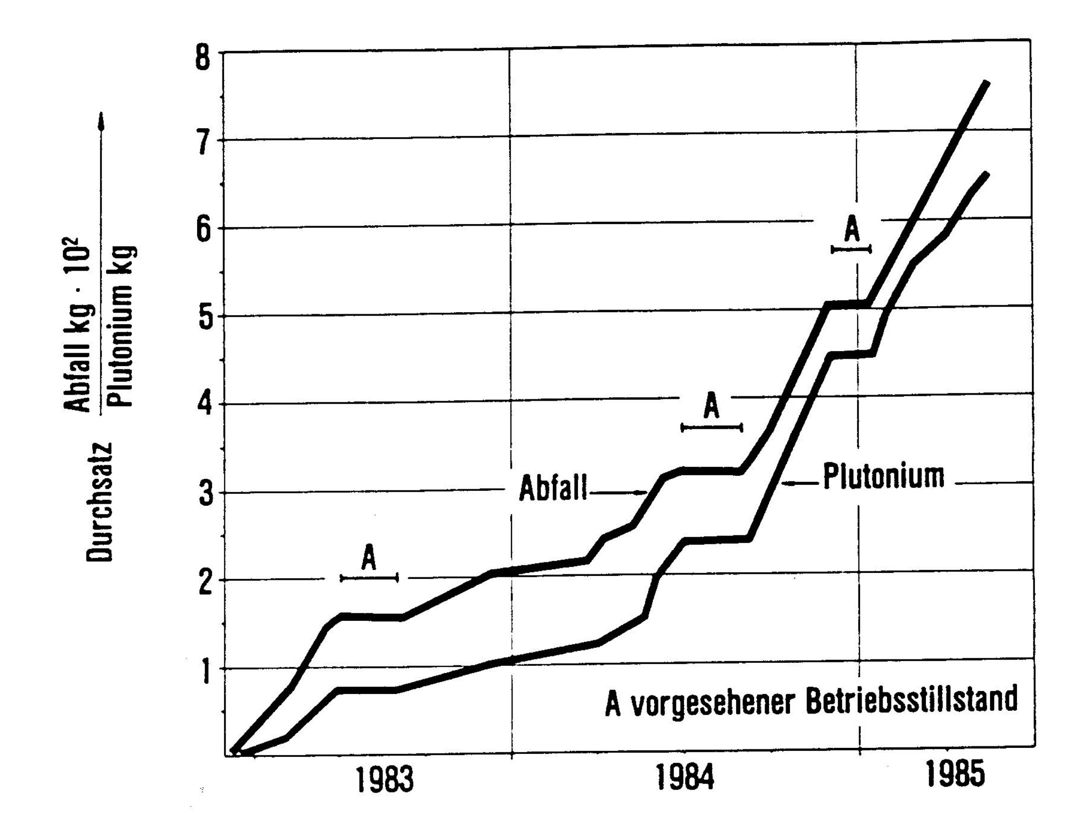
Opérateurs au travail sur des télémanipulateurs dans l'installation de conditionnement des déchets solides de moyenne activité du bâtiment 23.
Source: Diapositive du fonds Eurochemic, sans date.



Vue générale de l'installation ALONA.
Source: Diapositive du fonds Eurochemic



Rythme de traitement des déchets et de production du plutonium dans l'installation ALONA de 1983 à 1985.
En ordonnée, quintaux de déchets ("Abfall") et kilogrammes de plutonium. La lettre A désigne les arrêts programmés.
Source: WIECZOREK H., OSER B. (1986), p. 82.



Plan de l'installation de conditionnement EUROBITUM (en bas) et de stockage modulaire EUROSTORAGE (en haut) pour les déchets de moyenne activité. Entre les deux le couloir de liaison.
Source: RAE 1975, p. 39.

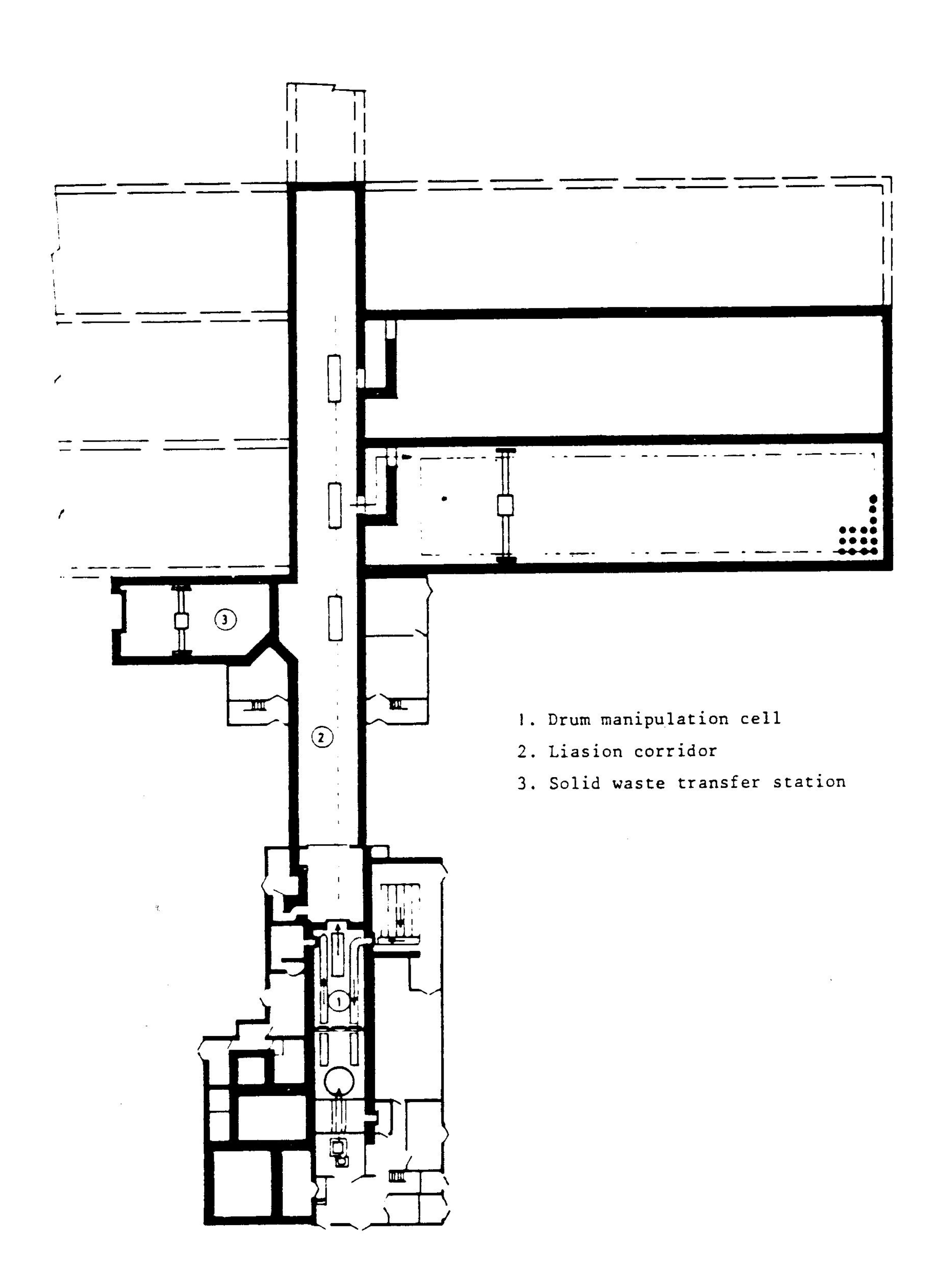


Schéma fonctionnel du procédé EUROBITUM.
Source: ETR 324, Figure 6.

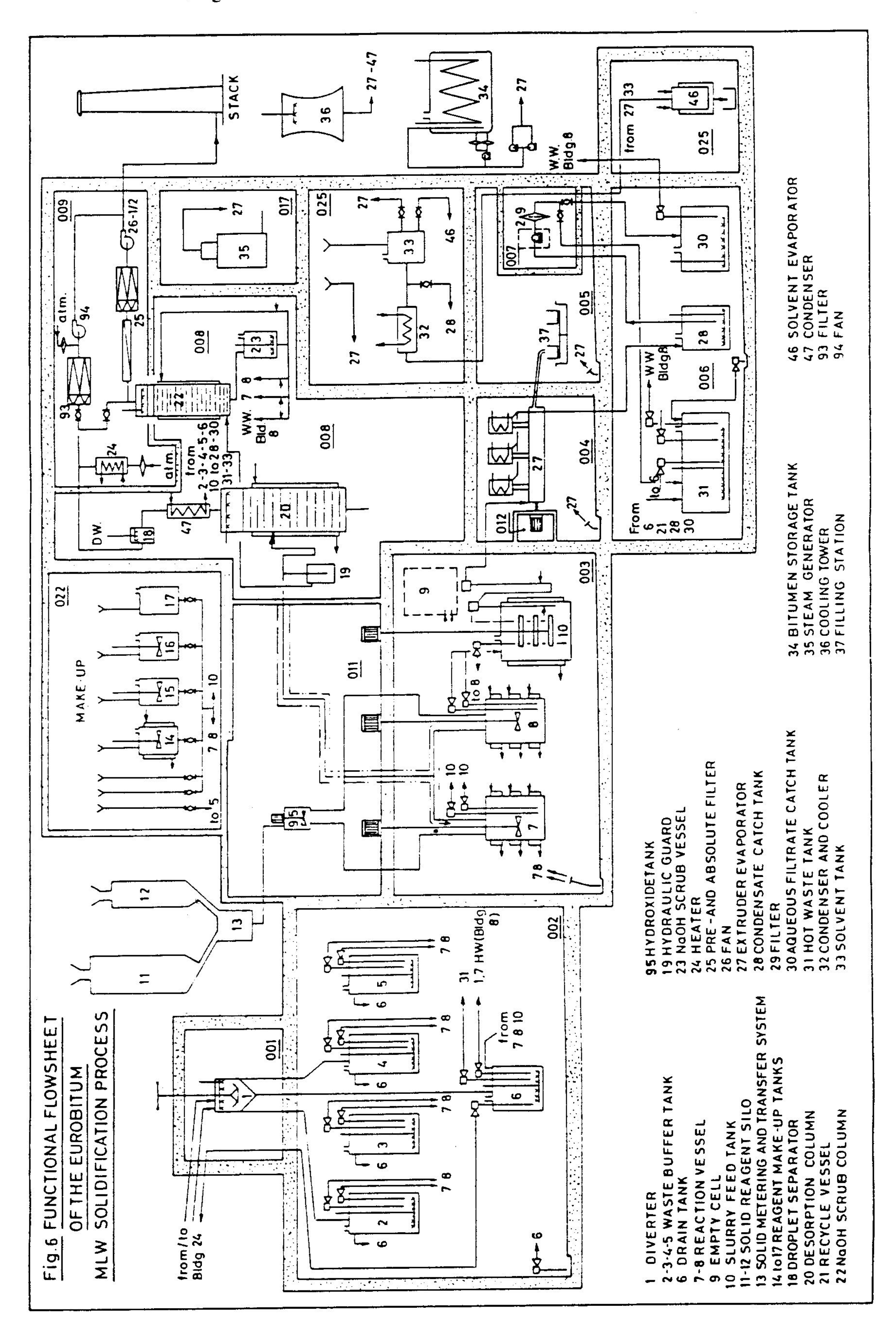
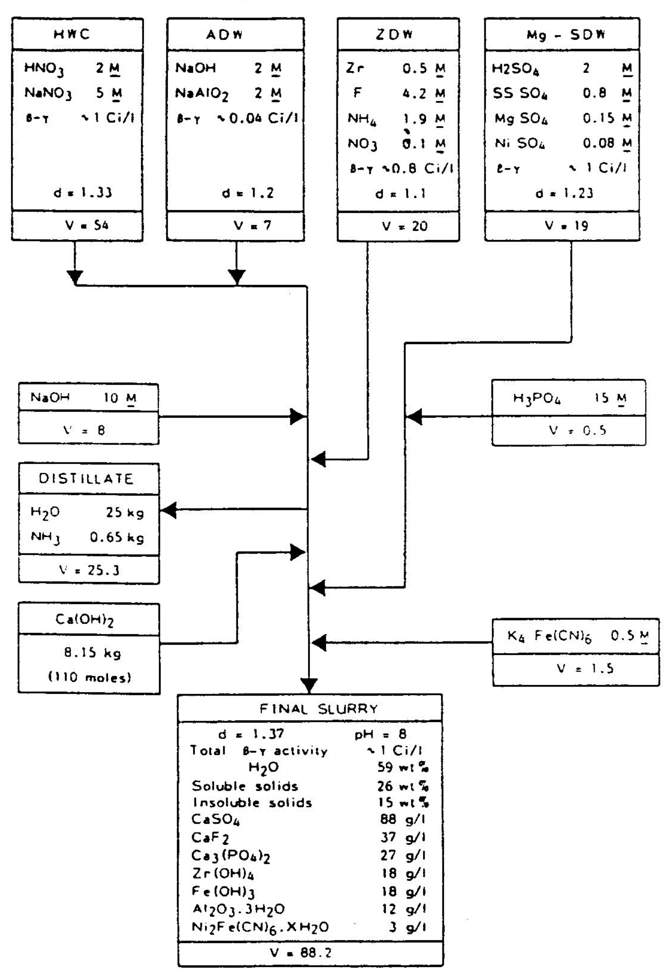
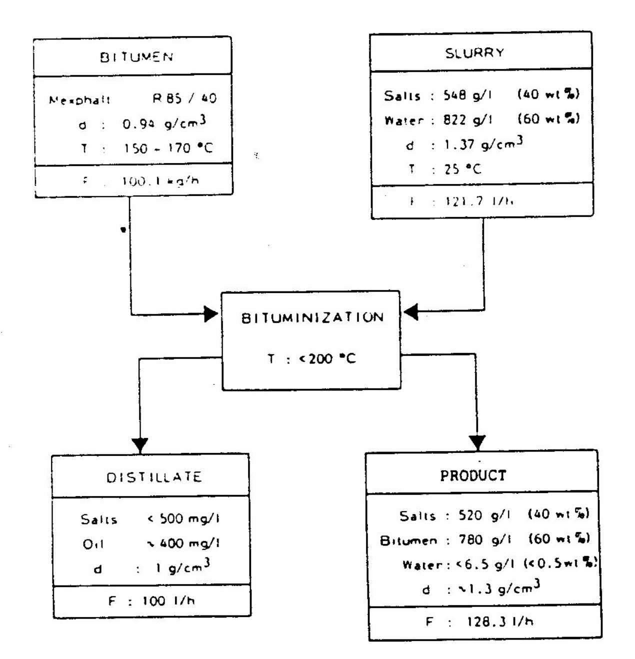


Diagramme d'une opération de prétraitement des effluents de moyenne activité et du bitumage des boues (slurry) en résultant.
Source: ETR 324, Figures 3 et 4.

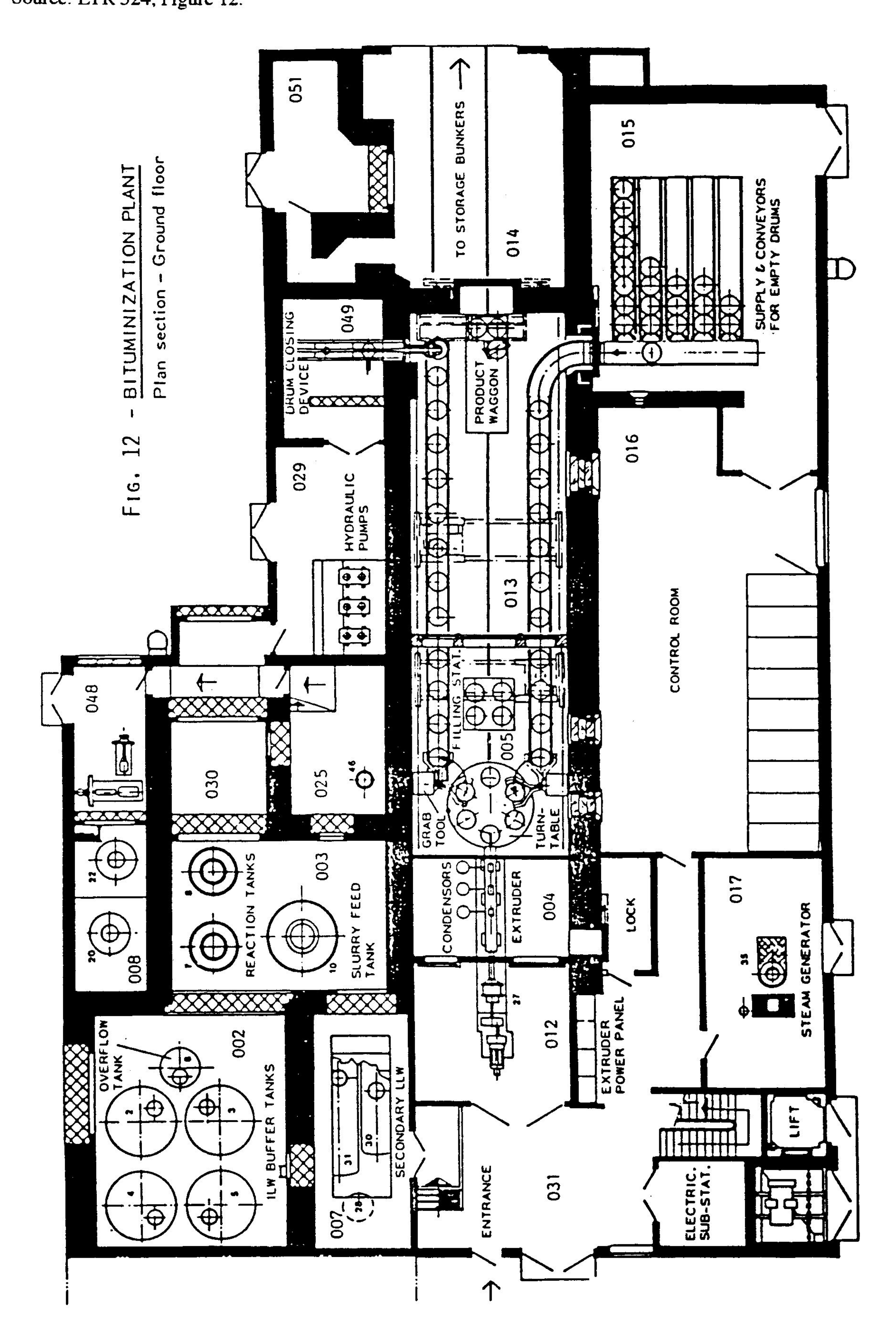


BLOCK-DIAGRAM OF AN ILLW CHEMICAL PRETREATMENT

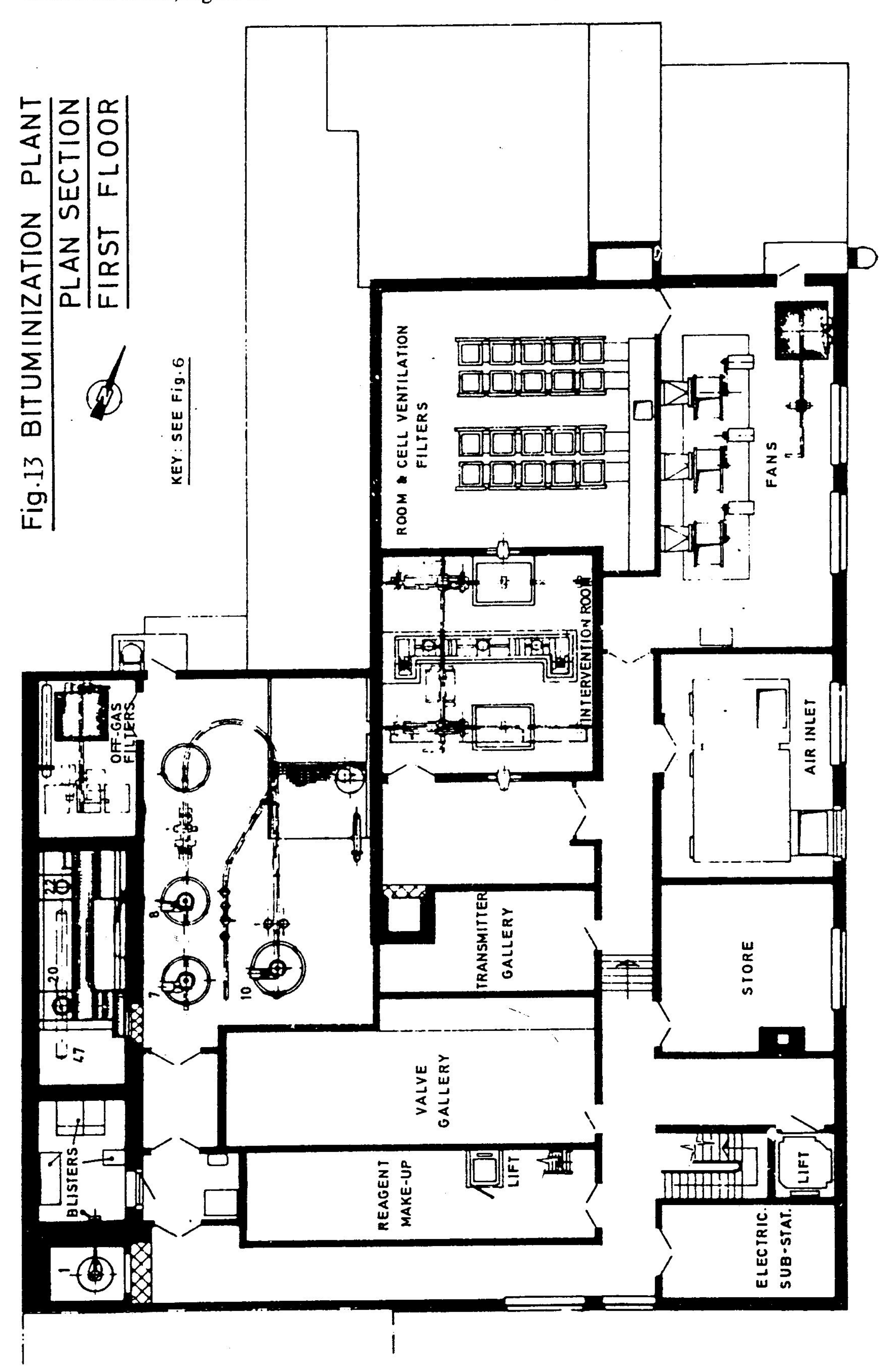


BLOCK-DIAGRAM OF BITUMINIZATION

Plan du rez-de-chaussée de l'installation de bitumage.
Source: ETR 324, Figure 12.



Plan du premier étage de l'installation de bitumage, comportant notamment les équipements de ventilation et de filtrage des effluents gazeux.
Source: ETR 324, Figure 13.



Le premier module d'EUROSTORAGE en cours de remplissage, avec son pont roulant et sa pince de manipulation des fûts.
Source: Diapositive couleur du fonds Eurochemic, sans date.

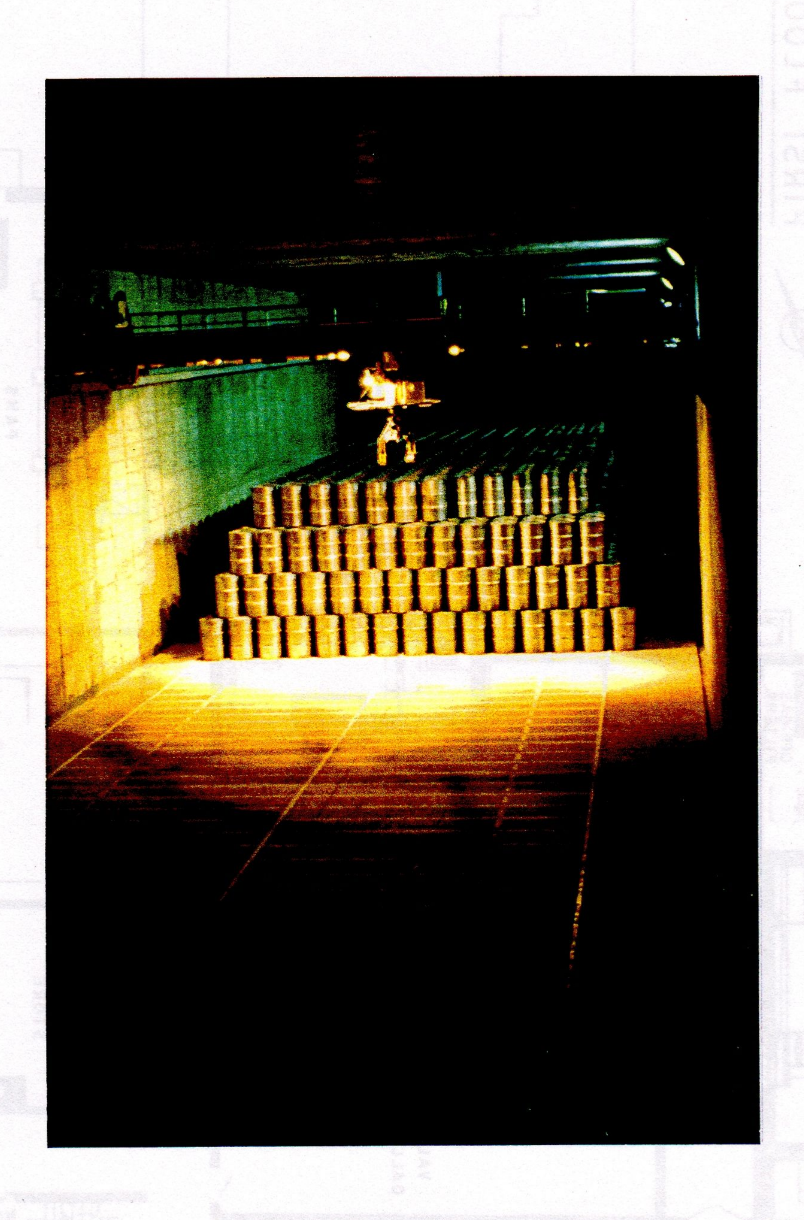
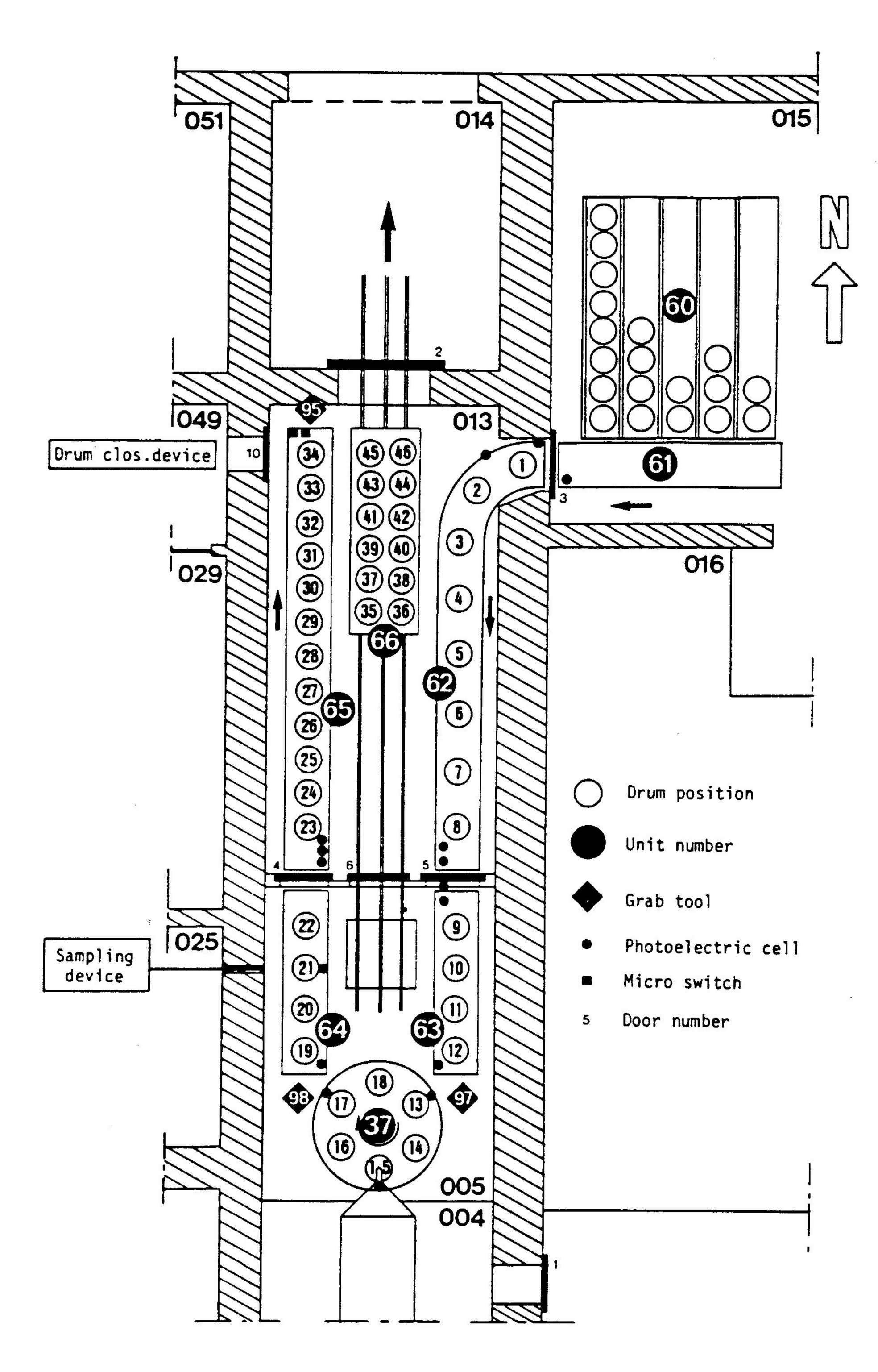
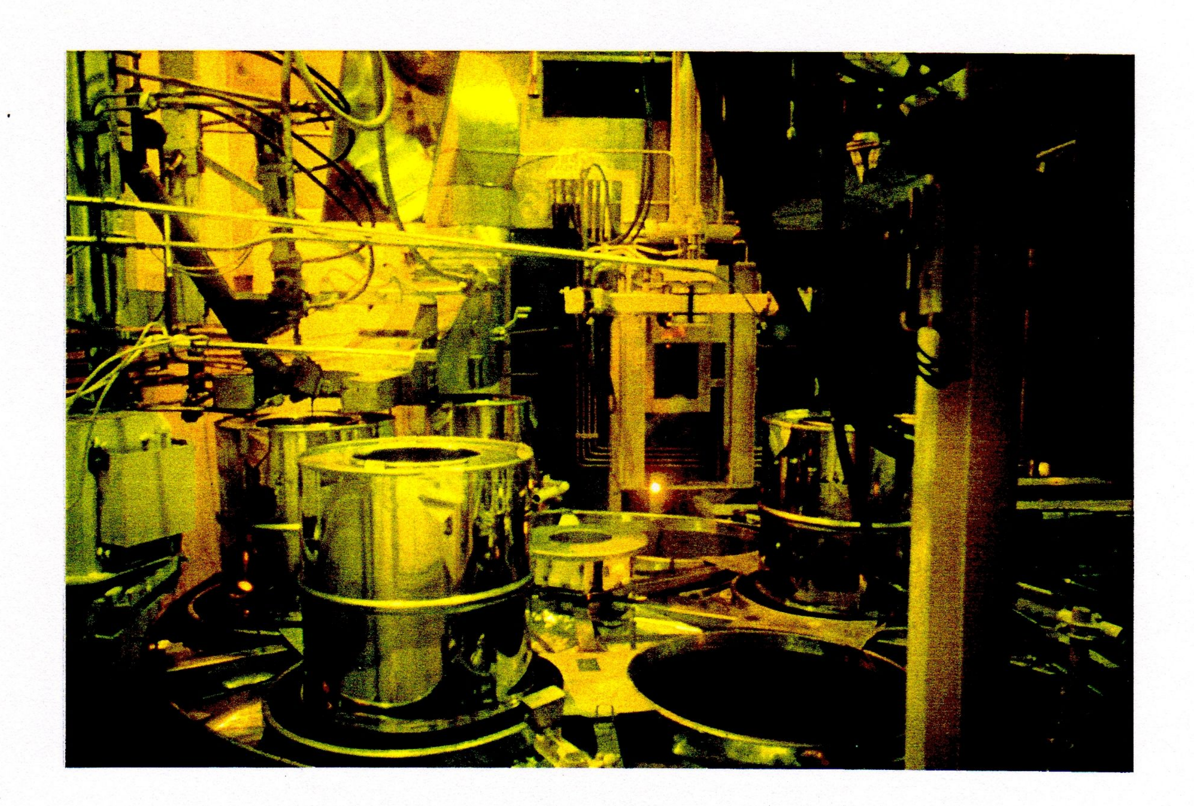


Schéma du carroussel de remplissage d'EUROBITUM et du dispositif de transfert des fûts.
Les futs vides stockés en 60 sont acheminés automatiquement vers le carroussel 37 puis sont chargés sur le chariot de transfert 66 qui les mène vers EUROSTORAGE.
Source: ETR 324, Figure 8.



DRUM HANDLING AND FILLING

Photographie de la cellule de remplissage d'EUROBITUM en temps normal. Au premier plan, le carroussel avec quatre fûts, dont l'un, au fond à gauche, est en cours de remplissage. La dominante jaune de la diapositive est due à la prise de vue à travers l'épais hublot de la salle de contrôle.
Source: Diapositive du fonds Eurochemic, sans date.



Photographie de la cellule de remplissage d'EUROBITUM après l'extinction de l'incendie du 15 décembre 1981. L'autoignition de trois fûts sur le carroussel entraîna leur débordement et l'inclinaison d'un autre fût.
Source: RAE 1982, p. 21.

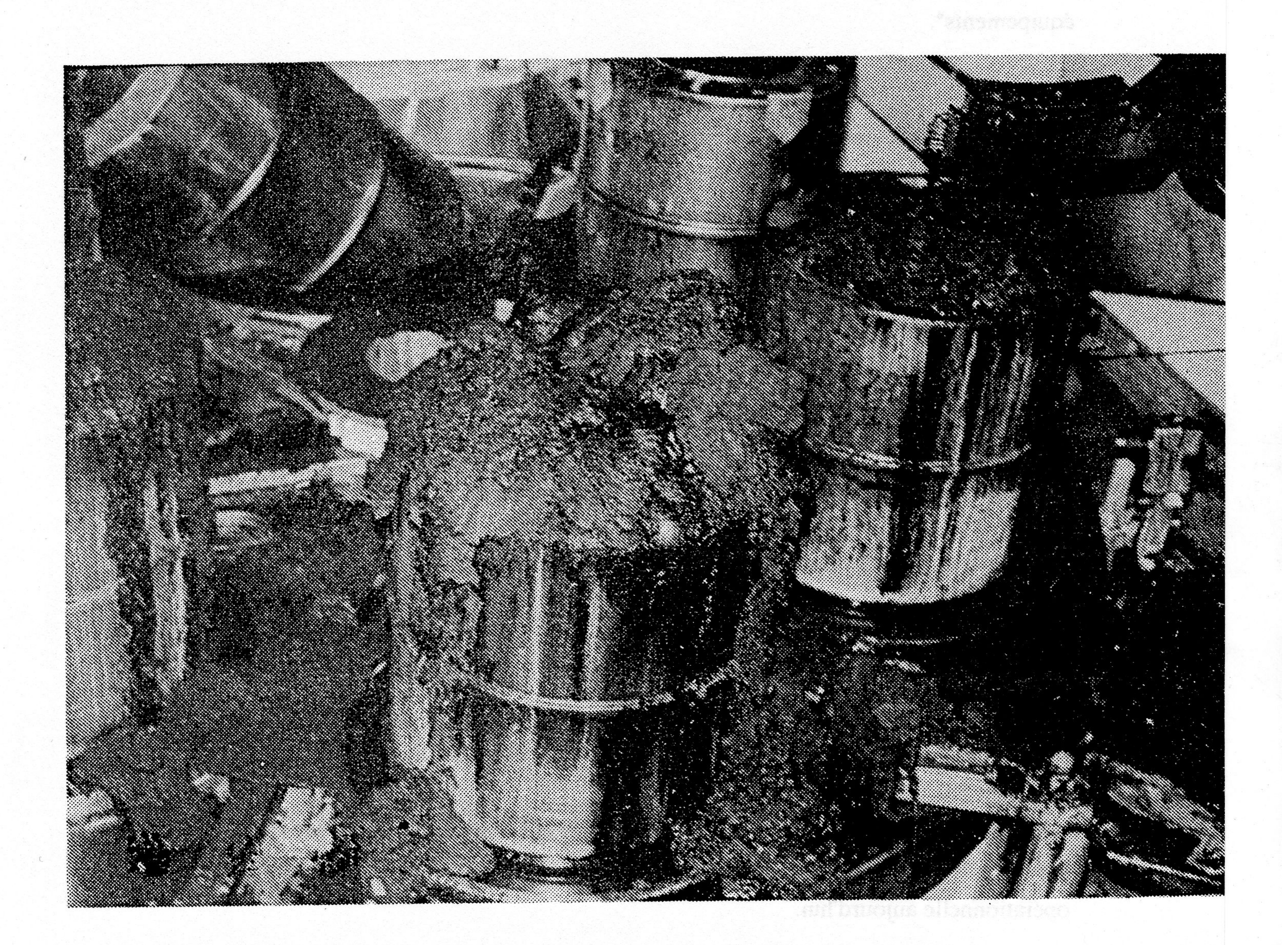


Schéma du principe de vitrification dans l'AVM, avec ses deux étapes séparées, le calcinateur rotatif des solutions de produits de fission et le four de mélange et de fusion du calcinat et de la fritte de verre.
Source: ALEXANDRE D., CHOTIN M., LE BLAYE G. (1987), p. 290.

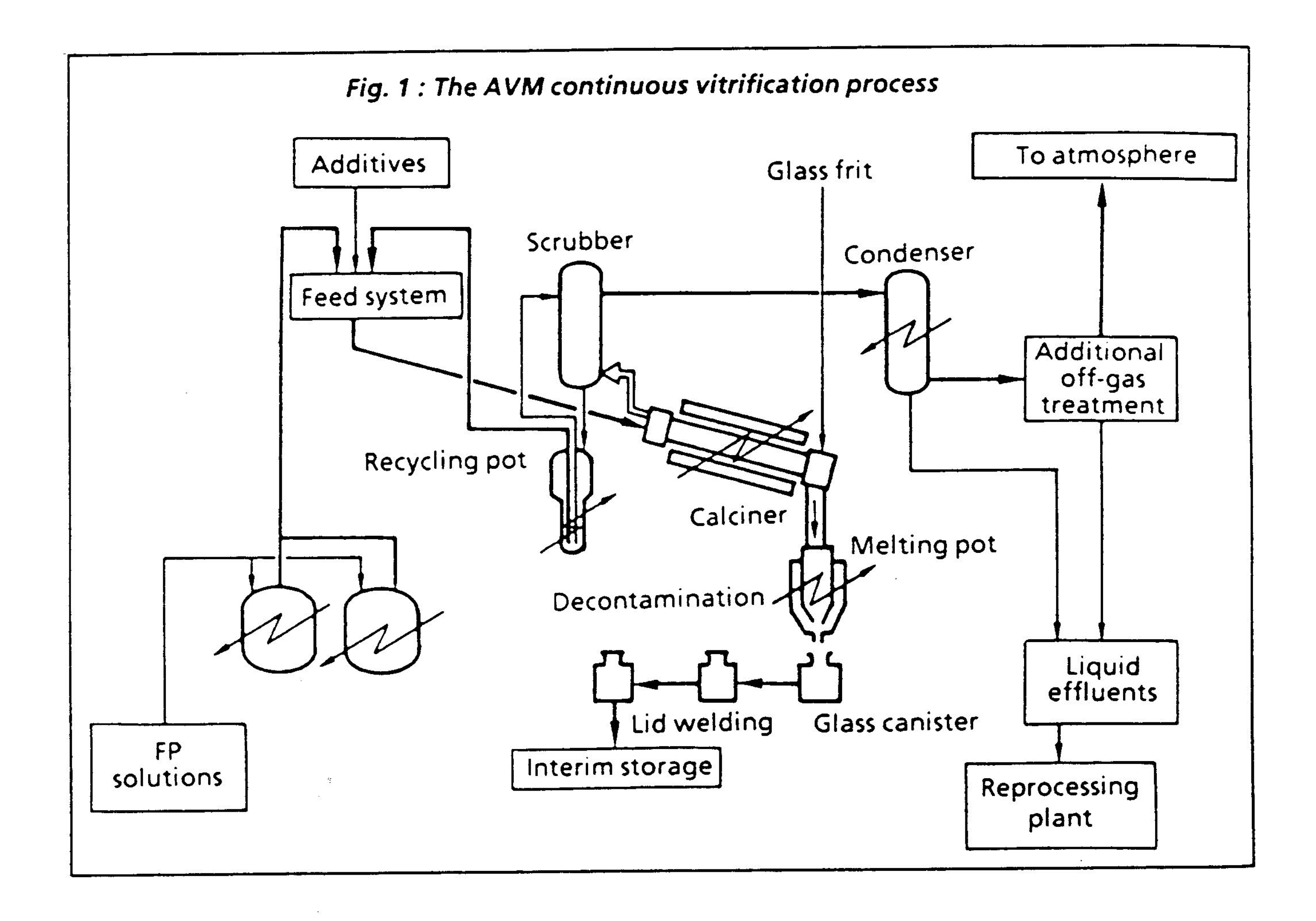
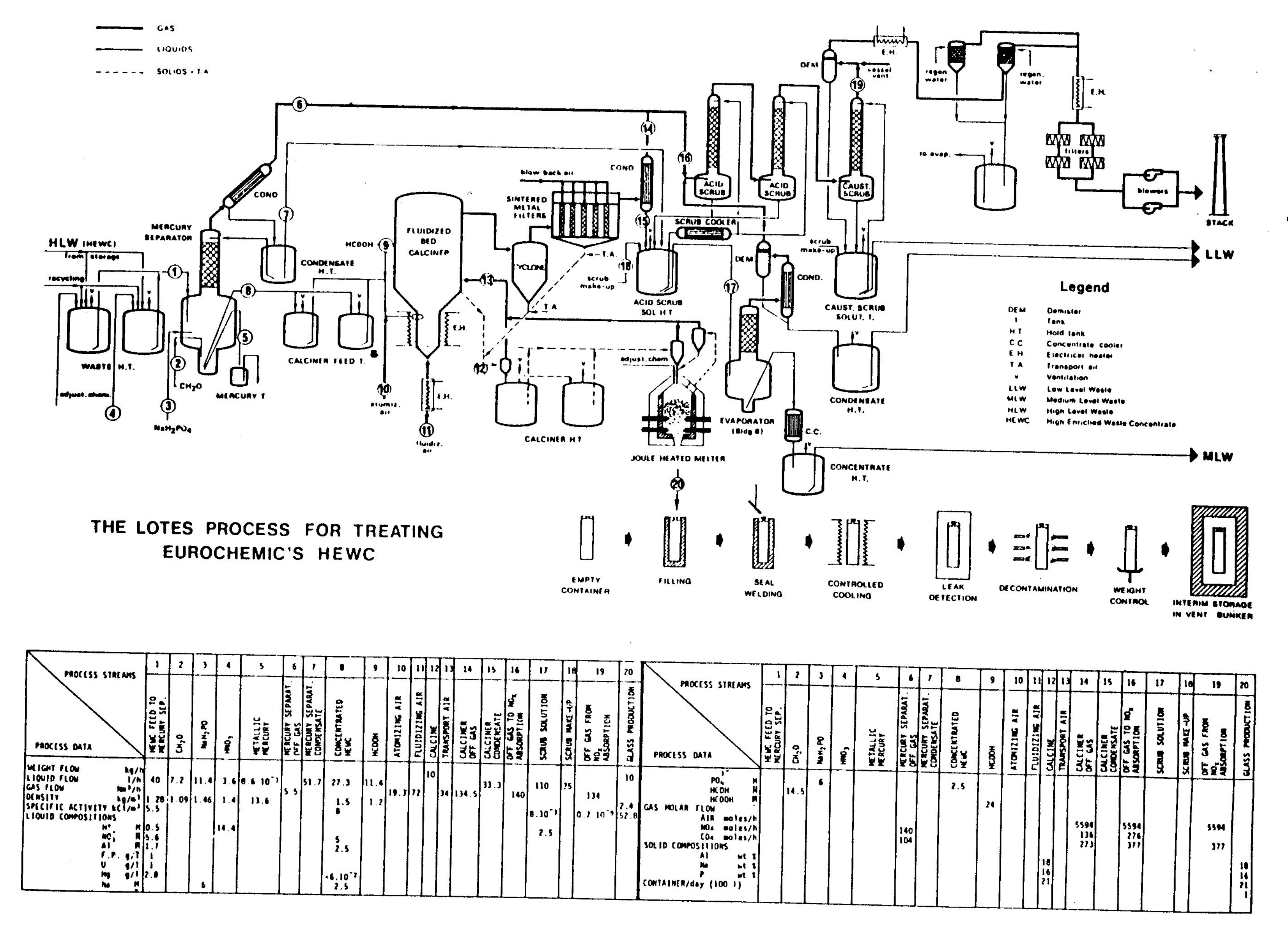


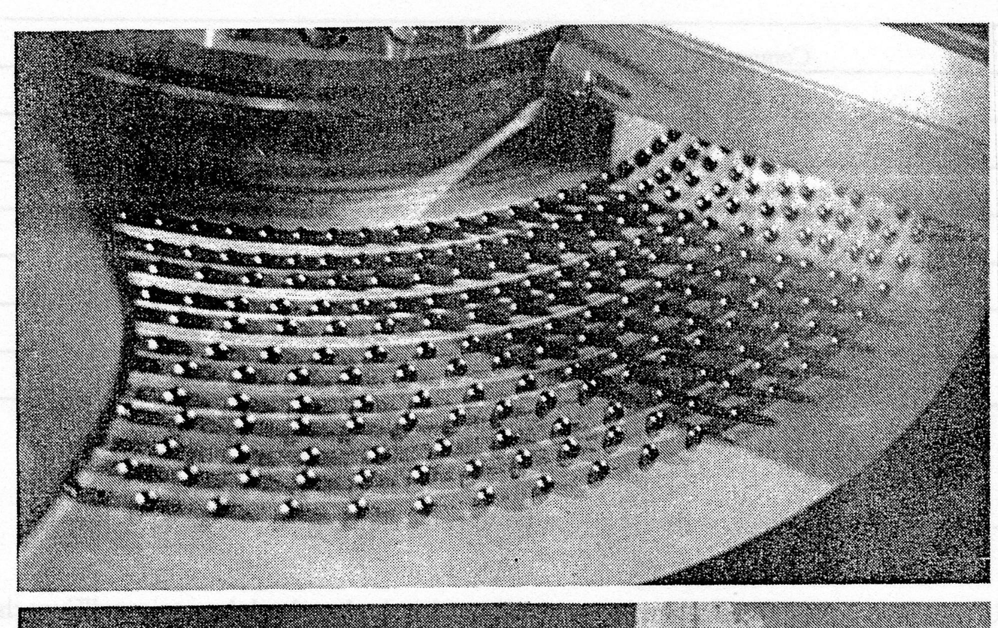
Schéma de principe du procédé LOTES, avec son calcinateur à lit fluidisé et son four de fusion à effet Joule.
Source: RAE 1977, p. 44.



PROCESS DATA \ PROCESS STREAMS	1 HEWC FEED TO MERCURY SEP.	2 CH_2O	3 NaH_2PO	4 HNO_3	5 METALLIC MERCURY	6 MERCURY SEPARAT. OFF GAS	7 MERCURY SEPARAT. CONDENSATE	8 CONCENTRATED HEWC	9 HCOOH	10 ATOMIZING AIR	11 FLUIDIZING AIR	12 CALCINE	13 TRANSPORT AIR	14 CALCINER OFF GAS	15 CALCINER CONDENSATE	16 OFF GAS TO NO_x ABSORPTION	17 SCRUB SOLUTION	18 SCRUB MAKE-UP	19 OFF GAS FROM NO_x ABSORPTION	20 GLASS PRODUCTION
WEIGHT FLOW kg/h	40	7.2	11.4	3.6	$8.6\ 10^{-3}$		51.7	27.3	11.4			10			33.3		110	25		10
LIQUID FLOW l/h																				
GAS FLOW Nm^3/h						5.5				19.3	72		34	134.5		140			134	
DENSITY kg/m^3	1.28	1.09	1.46	1.4	13.6			1.5	1.2											2.4
SPECIFIC ACTIVITY kCi/m^3	5.5							8									8.10^{-3}		$0.7\ 10^{-9}$	52.8
LIQUID COMPOSITIONS																				
H^+ M	0.5			14.4													2.5			
NO_3^- M	5.6							5												
Al M	1.7							2.5												
F.P. g/l	1																			
U g/l	1																			
Hg g/l	2.8							$<6.10^{-2}$												
Na M			6					2.5												

PROCESS DATA \ PROCESS STREAMS	1 HEWC FEED TO MERCURY SEP.	2 CH_2O	3 NaH_2PO	4 HNO_3	5 METALLIC MERCURY	6 MERCURY SEPARAT. OFF GAS	7 MERCURY SEPARAT. CONDENSATE	8 CONCENTRATED HEWC	9 HCOOH	10 ATOMIZING AIR	11 FLUIDIZING AIR	12 CALCINE	13 TRANSPORT AIR	14 CALCINER OFF GAS	15 CALCINER CONDENSATE	16 OFF GAS TO NO_x ABSORPTION	17 SCRUB SOLUTION	18 SCRUB MAKE-UP	19 OFF GAS FROM NO_x ABSORPTION	20 GLASS PRODUCTION
PO_4^{3-} M			6					2.5												
HCOH M		14.5																		
HCOOH M									24											
GAS MOLAR FLOW																				
AIR moles/h														5594		5594			5594	
NO_x moles/h						140								136		276				
CO_2 moles/h						104								273		377			377	
SOLID COMPOSITIONS																				
Al wt %												18								18
Na wt %												16								16
P wt %												21								21
CONTAINER/day (100 l)																				1

La production et le conditionnement dans le métal des perles de verre constituant le procédé VITROMET.
En haut, le disque rotatif permettant le refroidissement des perles. En bas coupe d'un conteneur de vitromet montrant la distribution des perles dans la matrice de plomb. Photographies prises pendant la période des tests fonctionnels à Eurochemic.
Source: RAE 1982, p. 58.



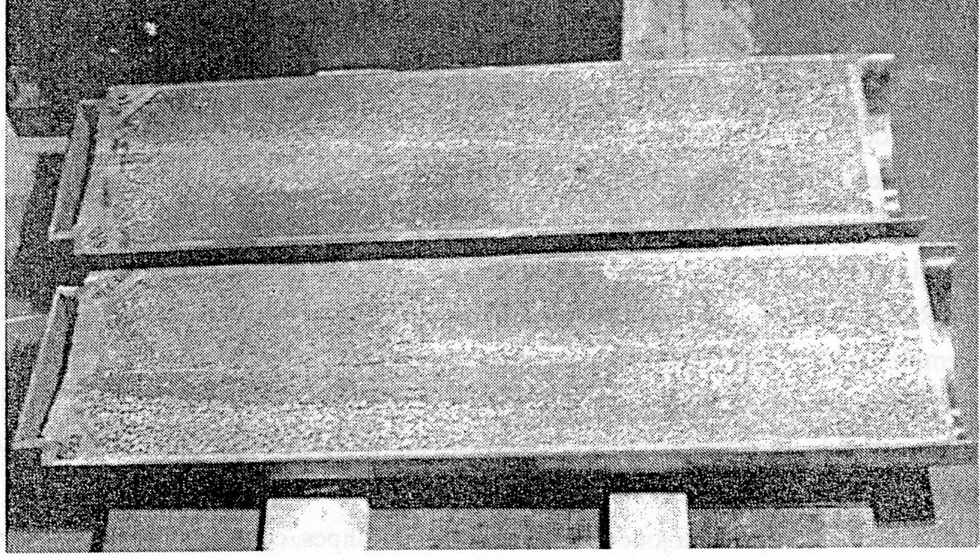
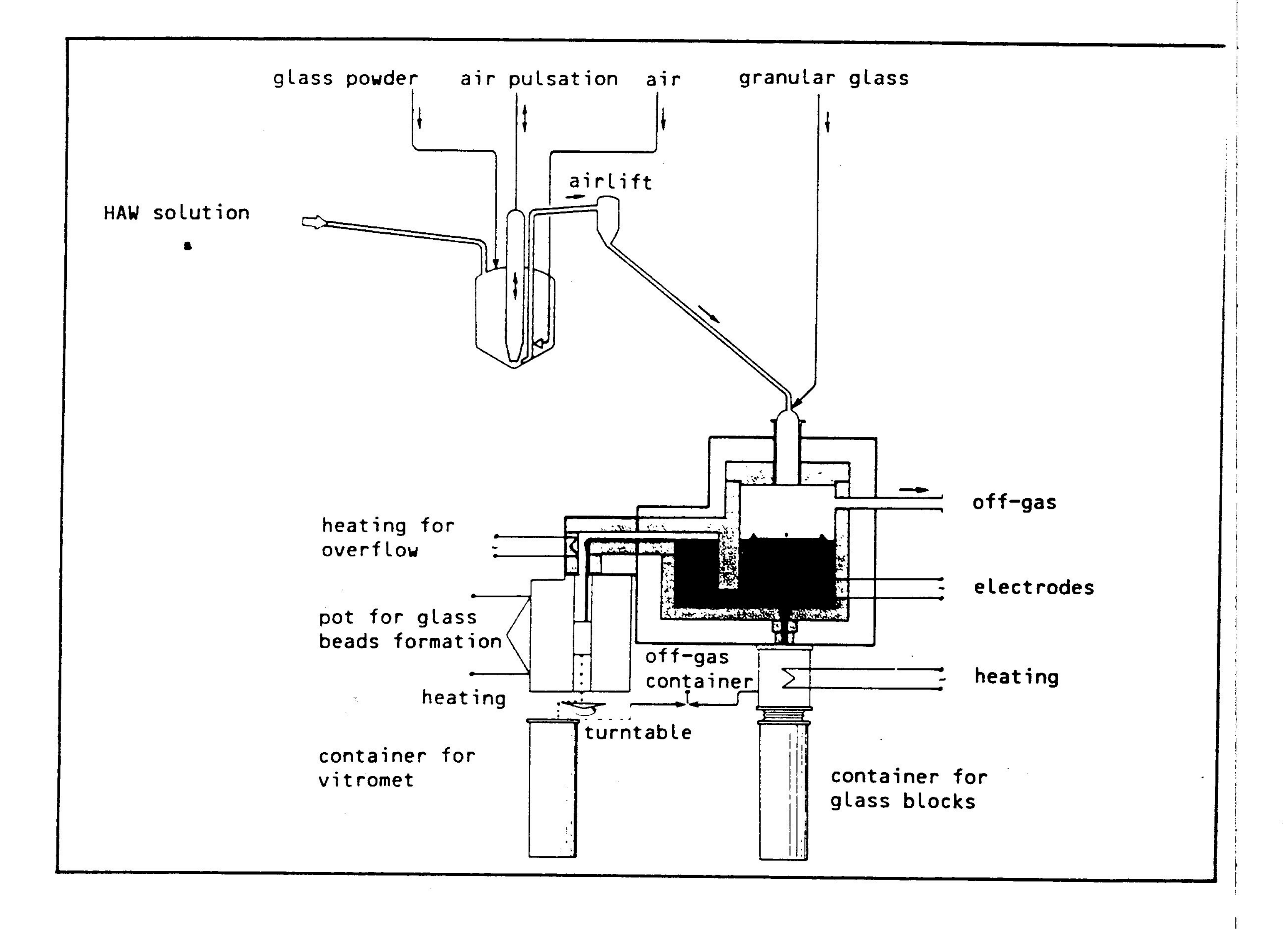
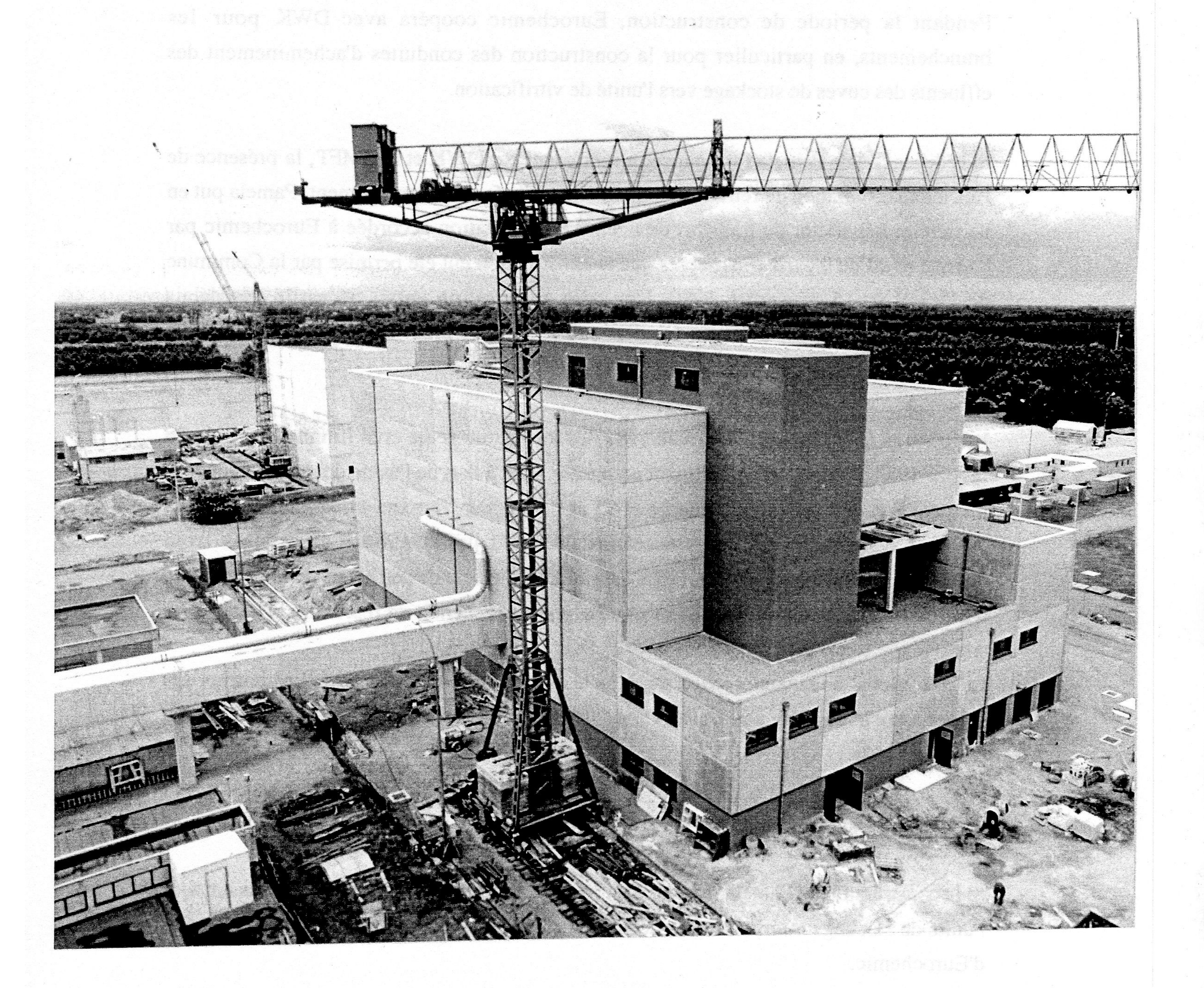


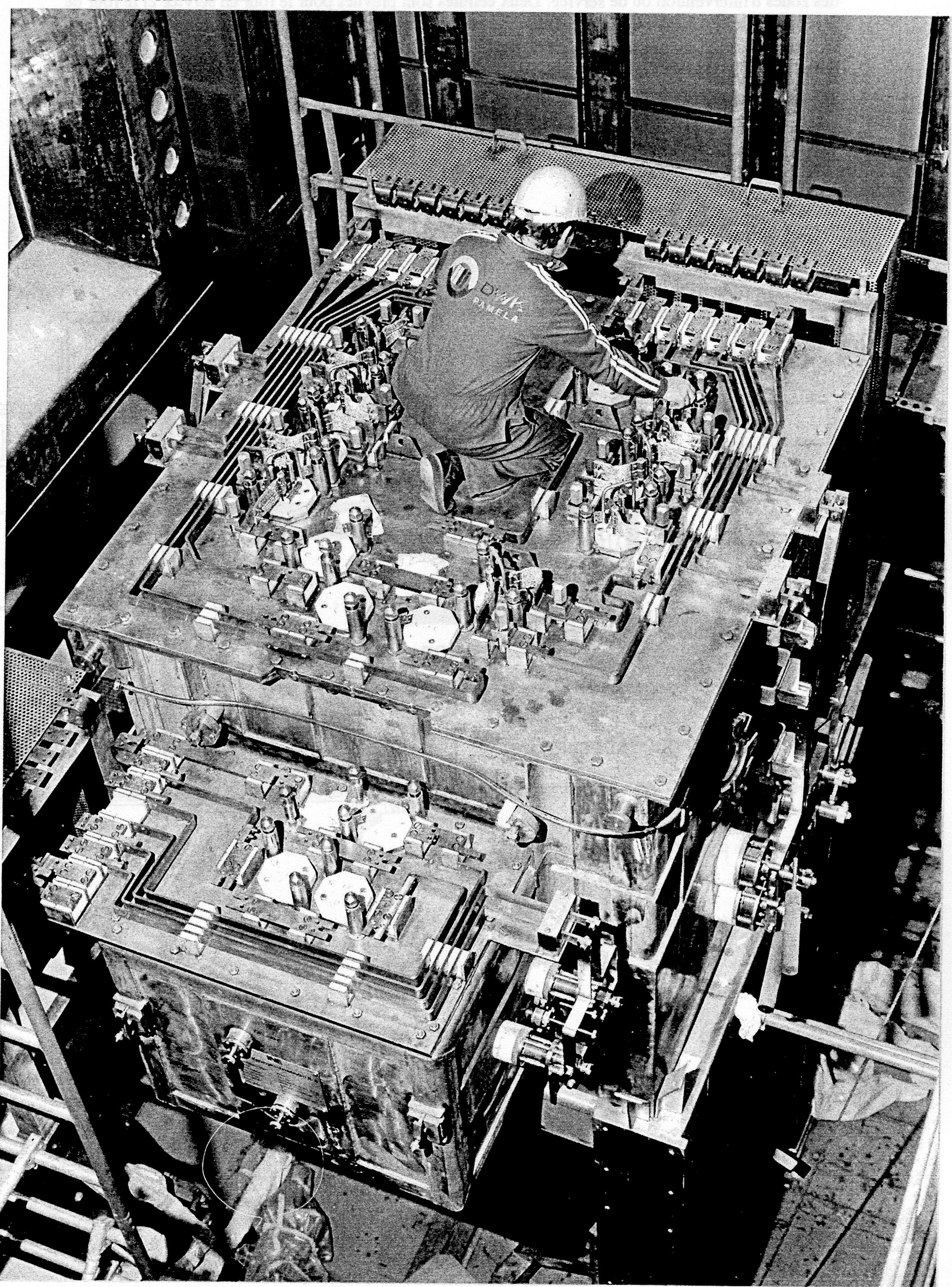
Schéma de principe du procédé de vitrification dans PAMELA. Les solutions de produit de fission mélangées à de la poudre de verre sont transférées dans le four en céramique à électrodes où s'opère la calcination et la fusion du verre. Une coulée de fond de four remplit le conteneurs de blocs, et une coulée de trop-plein permet la production de perles de verres.
Source: RAE 1982, p. 48.



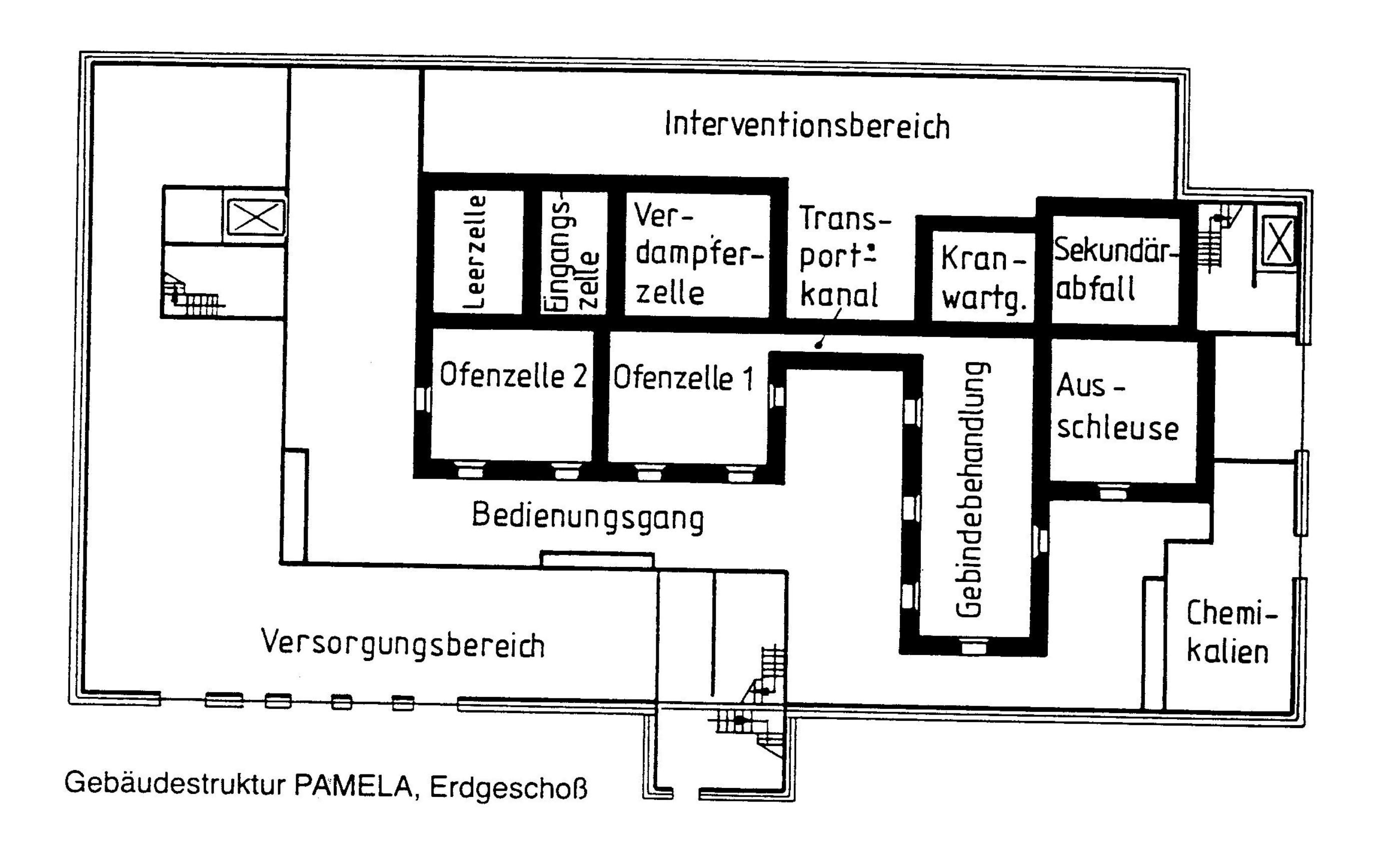
Vue d'ensemble du bâtiment PAMELA à la fin des travaux de génie civil en 1984. En arrière-plan le bâtiment de stockage des conteneurs commence à sortir de terre.
Source: Cliché DWK.



Un ouvrier de DWK juché sur le toit du four installé dans sa cellule effectue des travaux d'installation avant le début des tests.
Source: Cliché DWK.

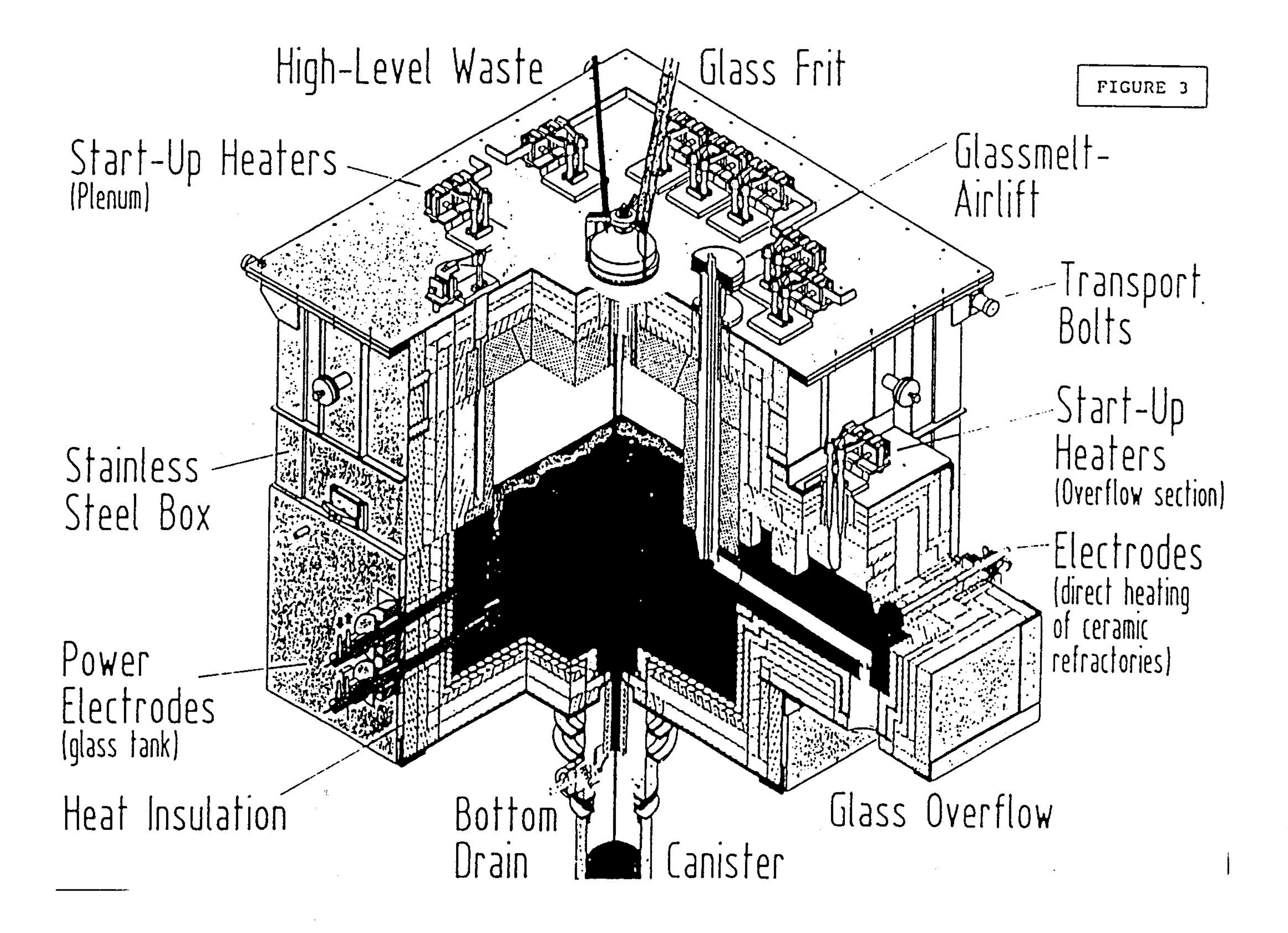


Plan du rez-de-chaussée de l'installation PAMELA. Les cellules chaudes sont isolées de l'extérieur par des zones d'intervention ou de service. Deux cellules sont prévues pour le four en service et le four de remplacement. La cellule de manipulation des conteneurs (Gebindebehandlung) est reliée à la celllule du four en service par un corridor de transport.
Source: DWK (sans date), p. 23.



Gebäudestruktur PAMELA, Erdgeschoß

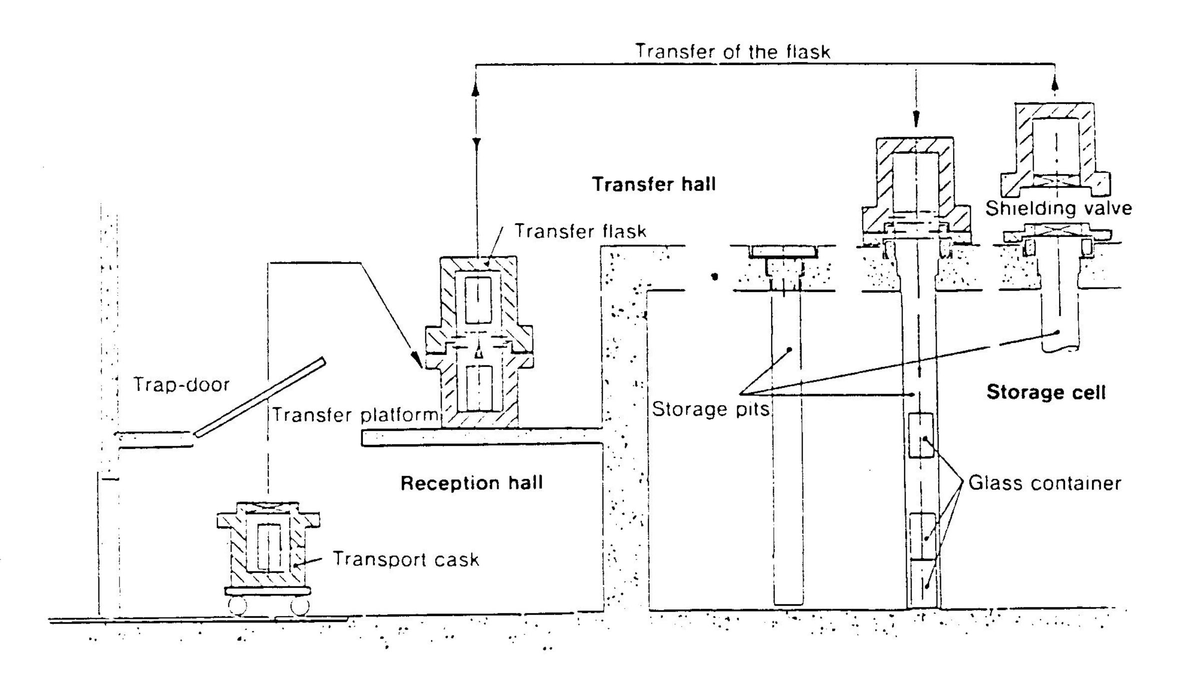
Principaux éléments constituant le four de PAMELA.
Source: WIESE H., DEMONIE M. (1990), figure 3.



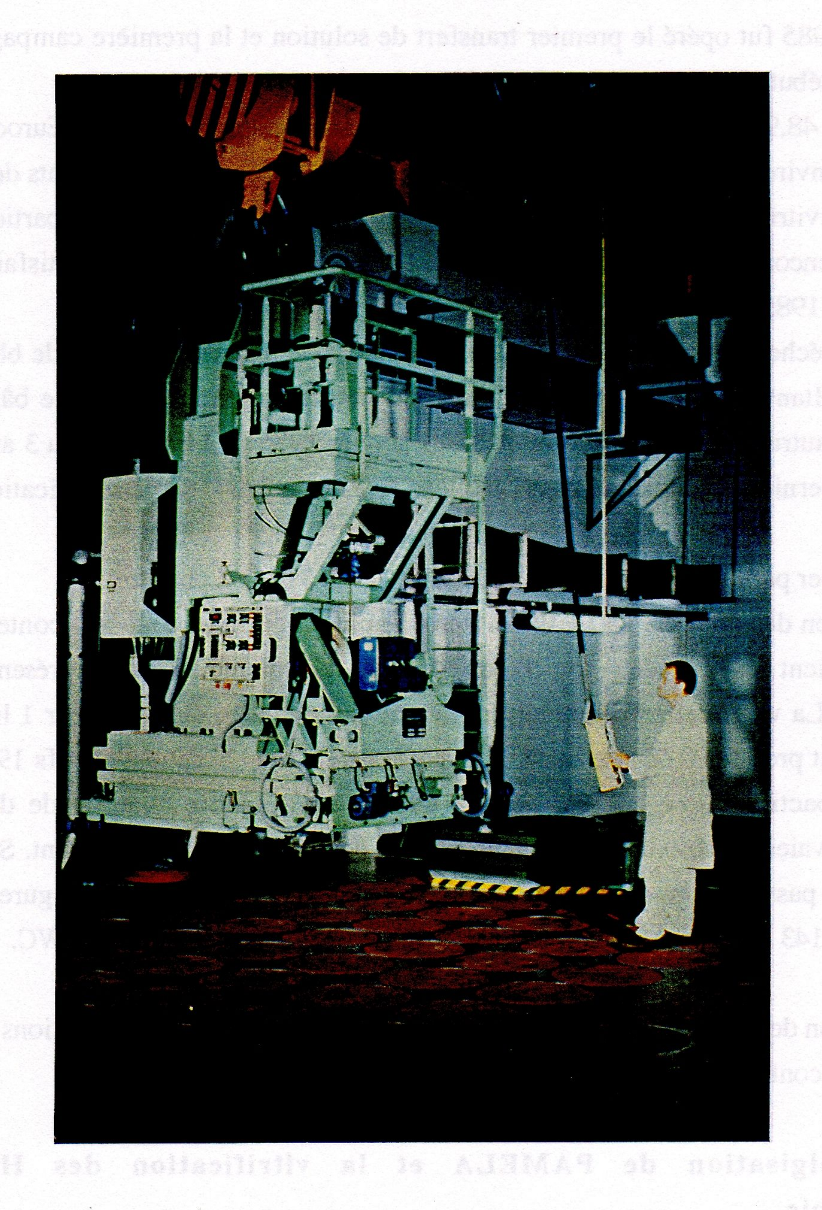
Vue de l'intérieur de la cellule de manipulation des conteneurs, prise au niveau du départ du corridor de transport avant la mise en actif. Au centre se trouvent les dispositifs de stockage et de refroidissement temporaire, au fond, devant le hublot et sous les bras du télémanipulateur sont posés les conteneurs en attente. A gauche on distingue deux stations de décontamination à chargement par le haut. La cellule est desservie par deux ponts roulants, cheminant le long de deux paires de rails distinctes.
Source: DWK (1985), p. 23.



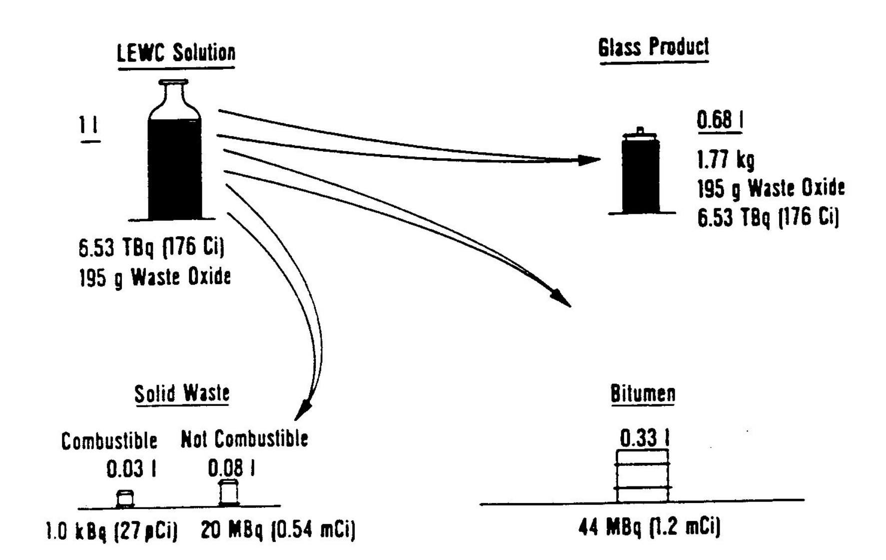
Schéma de principe des opérations de transfert des conteneurs d'effluents vitrifiés, de PAMELA au bâtiment de stockage temporaire (bâtiment 29).
Le château de transport en provenance de PAMELA est soulevé dans le hall de réception. Le conteneur passe du château à la machine de chargement-déchargement. Cette dernière est mise en position par télécommande au-dessus d'un des puits de stockage, et le conteneur est alors descendu dans son logement pour au moins 50 années de refroidissement.
Source: RAE 1984, p. 47.



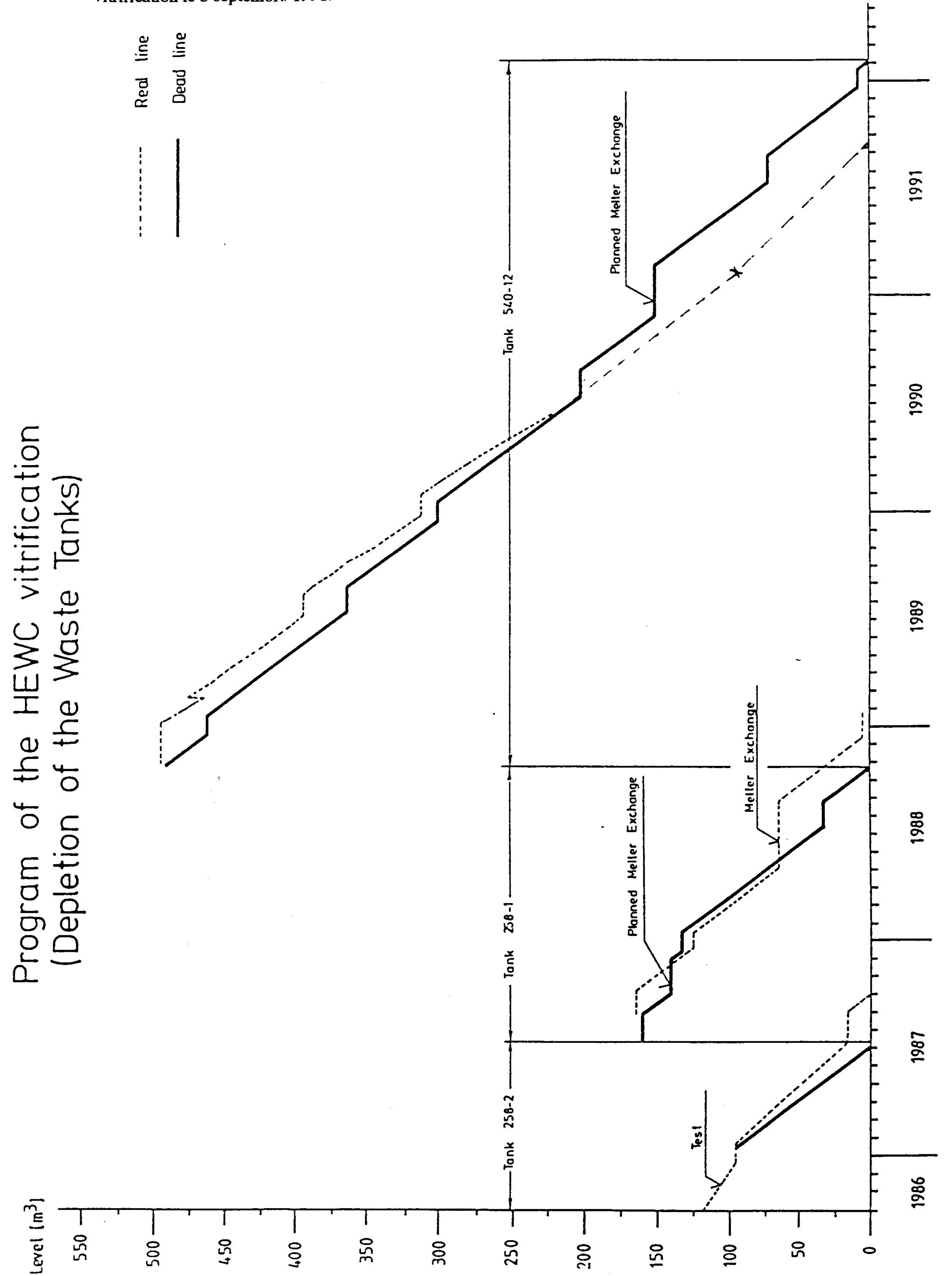
Un opérateur positionne à distance la machine de chargement au-dessus des bouchons étanches de fermeture des puits de stockage du bâtiment 29.
Source: Archives Belgoprocess.



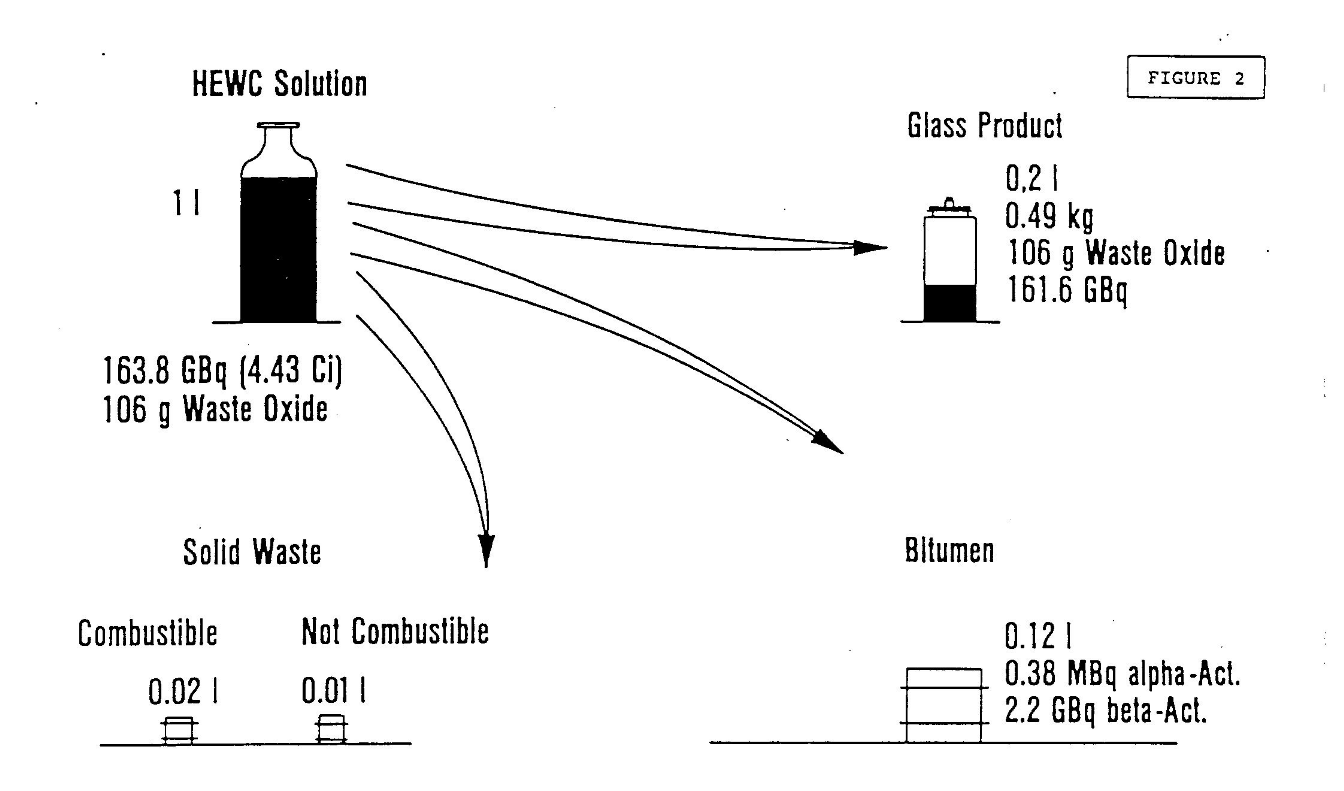
Bilan de la vitrification d'un litre de concentrats d'effluents de haute activité (LEWC) issu du retraitement des combustibles à uranium naturel ou faiblement enrichi .
Source: KAUFMANN F., WIESE H. (1987), p. 287.



Rythme de vitrification des concentrats d'effluents de haute activité issus du retraitement des combustibles à uranium hautement enrichi (HEWC) dans l'installation PAMELA, mesuré par la baisse du niveau des trois réservoirs de stockage des HEWC. En traits pleins les objectifs, en pointillé l'évolution réelle.
Source: Document interne PAMELA, complété par KUHN K.-D., WIESE H., DEMONIE M. (1991), p. 274 jusqu'à la fin de janvier 1991 et prolongé en fonction de la date de fin des opérations de vitrification le 5 septembre 1991.



Bilan de la vitrification d'un litre de solution de concentrats d'effluents de haute activité (HEWC) issu du retraitement des combustibles à uranium hautement enrichi.
Source: WIESE H., DEMONIE M. (1990), figure 2.





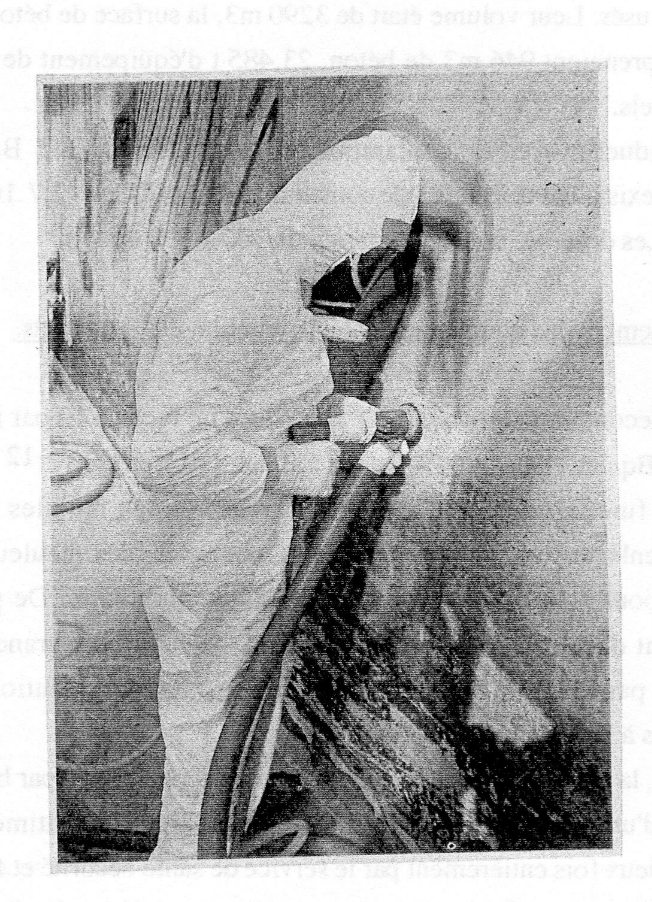
Balance of Vitrification of 1 l HEWC-Solution

1.8.5.1-12

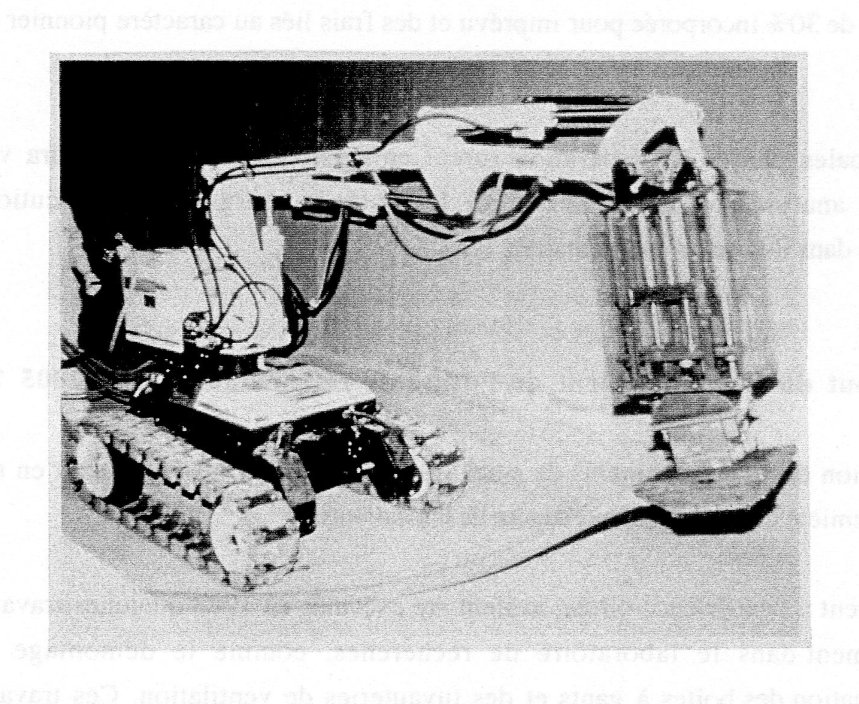
Bilan comparé de la vitrification des LEWC et des HEWC en date du 15 février 1991.
Source: KUHN K.-D, WIESE H., DEMONIE M. (1991), p. 274.

		LEWC CAMPAIGN 01.10.85-12.06.86	HEWC CAMPAIGN 01.10.86-15.02.91	TOTAL
VITRIFIED WASTE SOLUTION	(m^3)	47.2	752.4	799.6
ALPHA-ACTIVITY IN THE FEED	(Bq)	1.28 E15	2.75 E14	1.55 E15
BETA-ACTIVITY IN THE FEED	(Bq)	2.78 E17	4.10 E17	6.88 E17
WASTE OXIDES	(t)	7.7	80.8	88.5
GLASS PRODUCT	(t)	77.8	377.2	455.0
CONTENT OF WASTE OXIDE	(%)	9.9	21.98	-
CONTAINER FILLED	60 l	542	939	1481
	150 l	-	605	605
TIME AVAILIBILITY	(%)	88	92	-
EFFICIENCY	(%)	69	97	-
EMISSION ALPHA-ACTIVITY	(Bq)	4.4 E3	3.4 E3	7.8 E3
EMISSION BETA-ACTIVITY	(Bq)	3.4 E6	2.7 E5	3.67 E6
CUMULATIVE DOSE RATE	(mSv)	40	300	340

Bouchardage manuel de surfaces verticales de béton contaminé lors des opérations de démantèlement des bâtiments 6A et 6B.
Source: Rapport Belgoprocess 1989, p. 4.



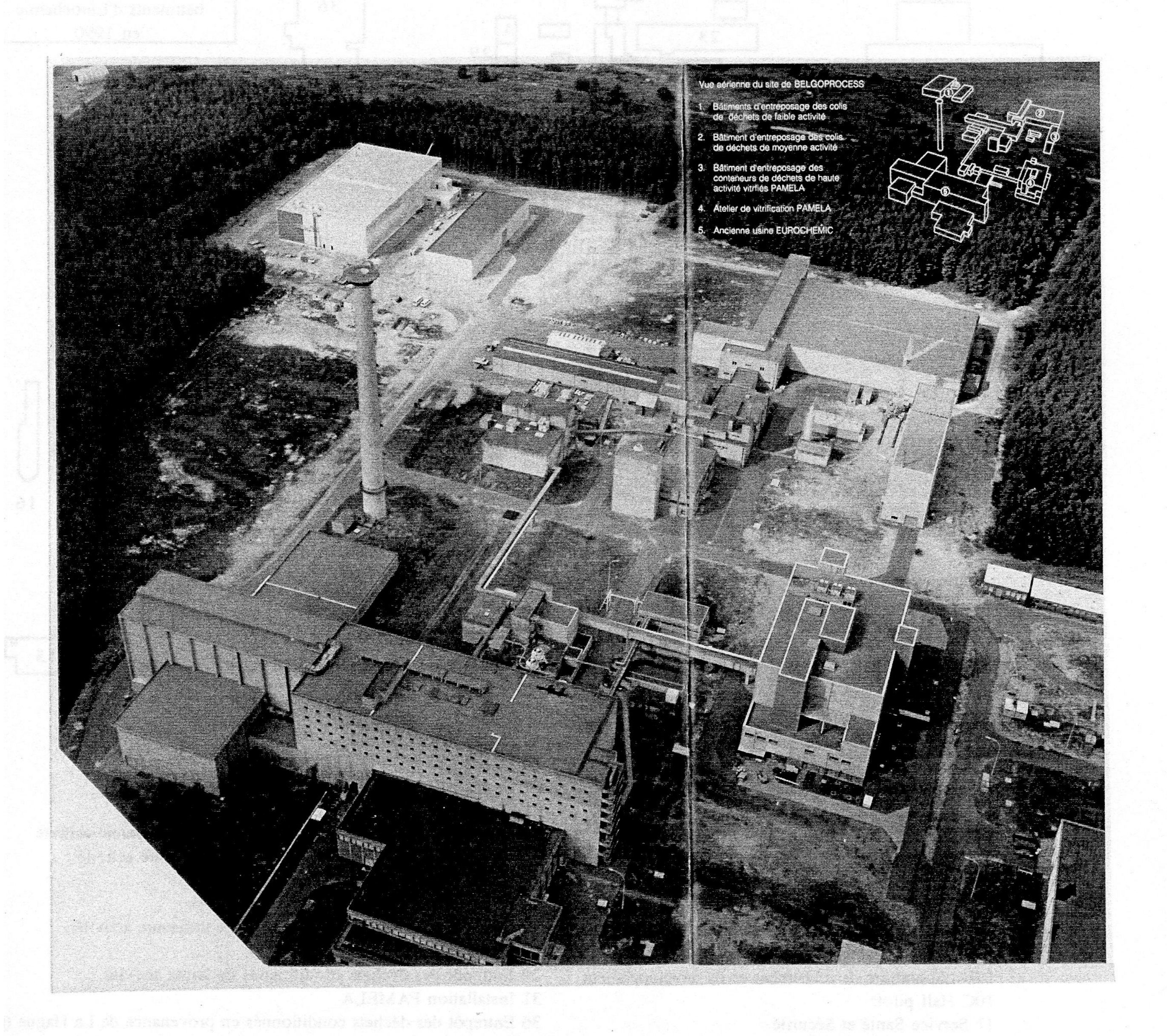
Marteau à boucharder télécommandé utilisé pour enlever la couche de béton contaminé du sol des bâtiments 6A et 6B.
Source: Rapport ONDRAF 1989, p. 8.



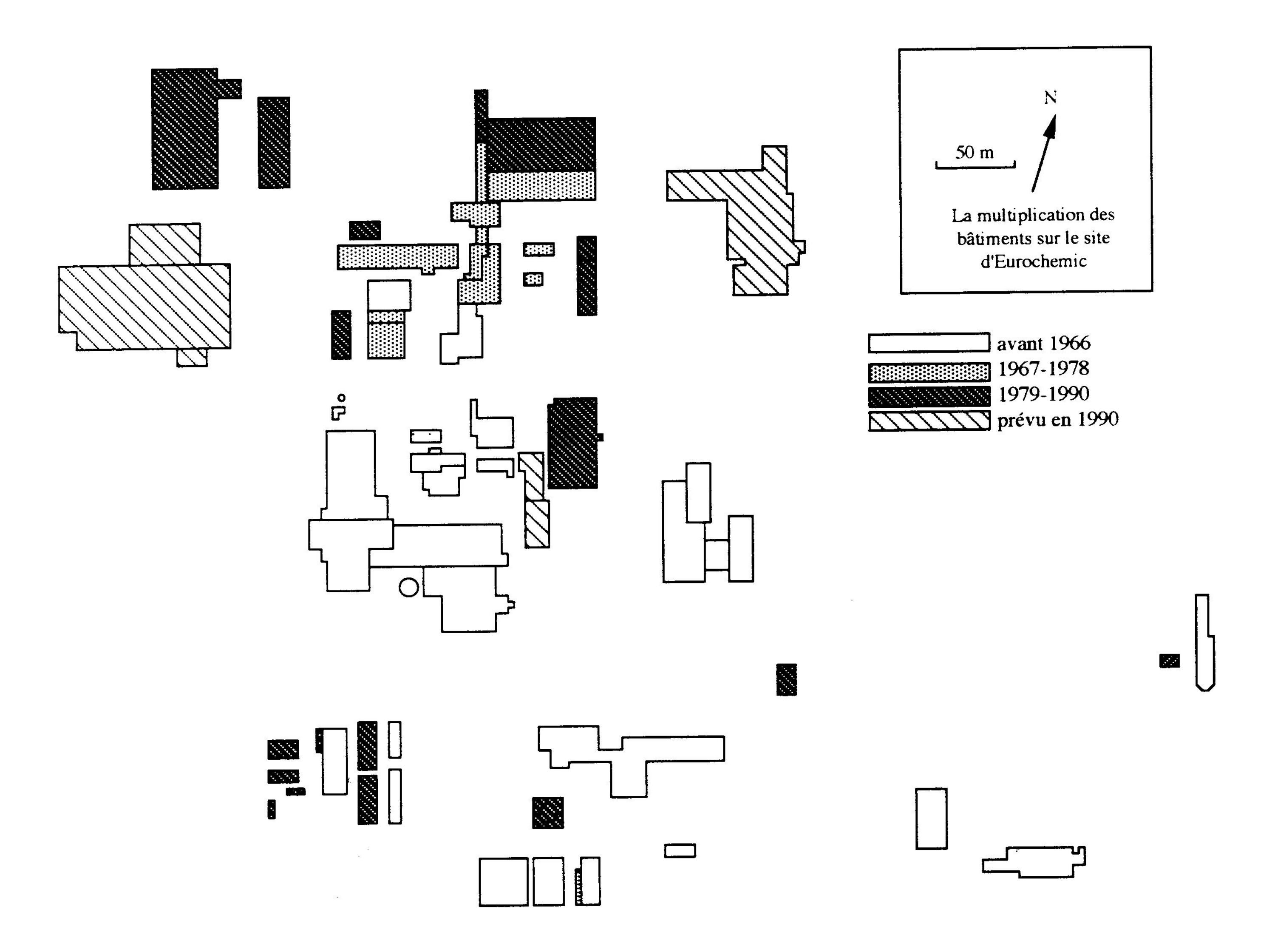
Cuves de produits non radioactifs encore en place et cuves décontaminées (au sol, avec les stries de grattage des surfaces) en attente d'évacuation et de récupération par l'industrie classique, dans un des couloirs de service de l'usine.
Source: Photographie prise par l'auteur en août 1992.



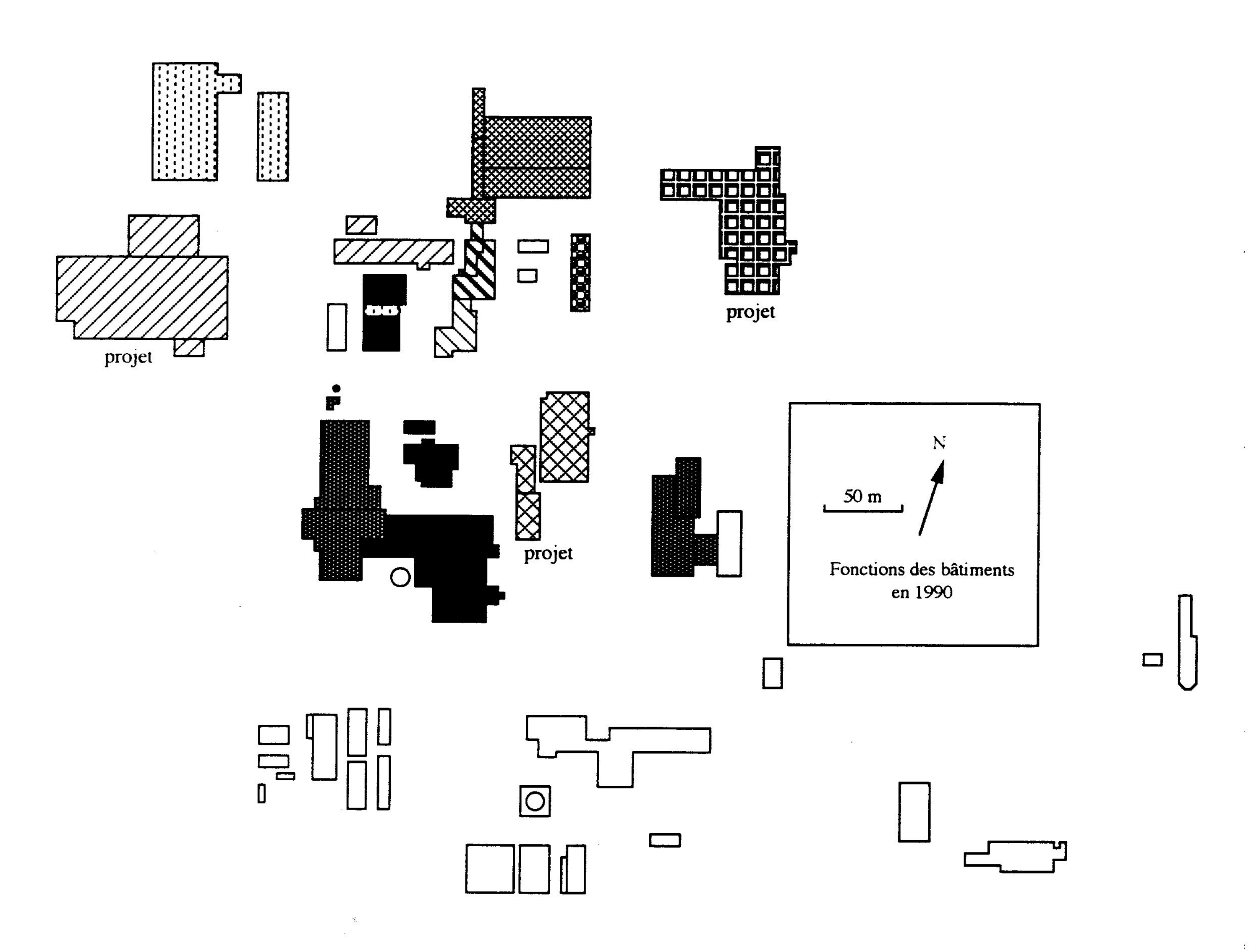
Vue aérienne oblique du site de Belgoprocess en 1987.
Source: Rapport ONDRAF 1987, page de garde.



La multiplication des bâtiments sur le site d'Eurochemic. La situation en 1965, en 1978, en 1990 et le programme de construction prévu en 1990.



Fonctions et destination des bâtiments existants ou en projet sur le site de BP1 en 1990.



Bâtiments de retraitement

Anciens bâtiments de retraitement à démanteler en première phase
Anciens bâtiments de retraitement à démanteler en seconde phase

Installations de traitement des déchets et effluents

Effluents de faible et moyenne activité
Déchets solides de faible et moyenne activité
Installation de bitumage
Installation de vitrification

Installations de stockage des déchets conditionnés

Déchets de faible activité
Déchets de moyenne activité
Déchets de haute activité PAMELA
Déchets en provenance de La Hague

Bâtiments de service

Les grands objectifs de la R&D portant sur le retraitement au CEA en 1979.
Source: PIATIER H. (1979), p. 162.

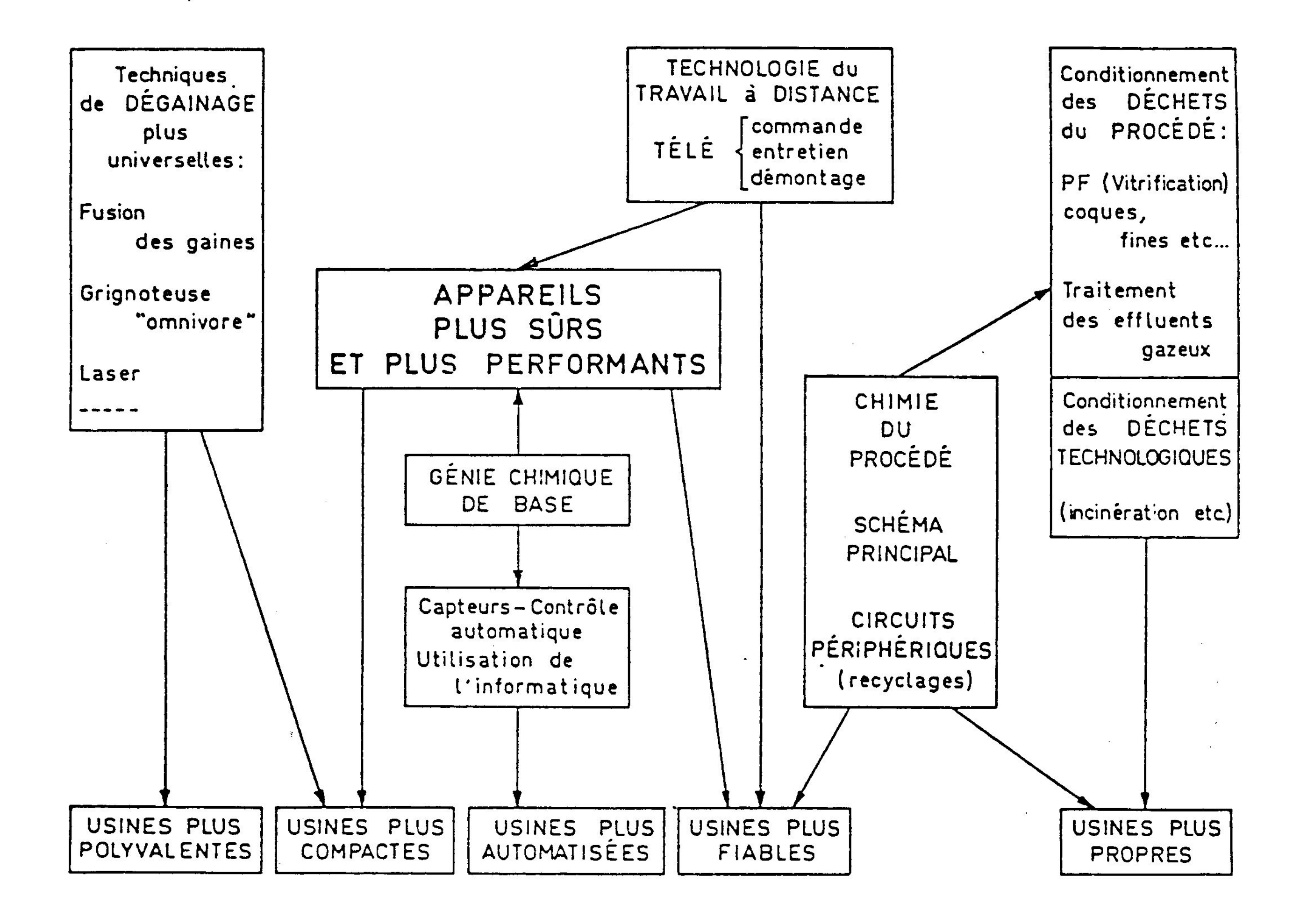
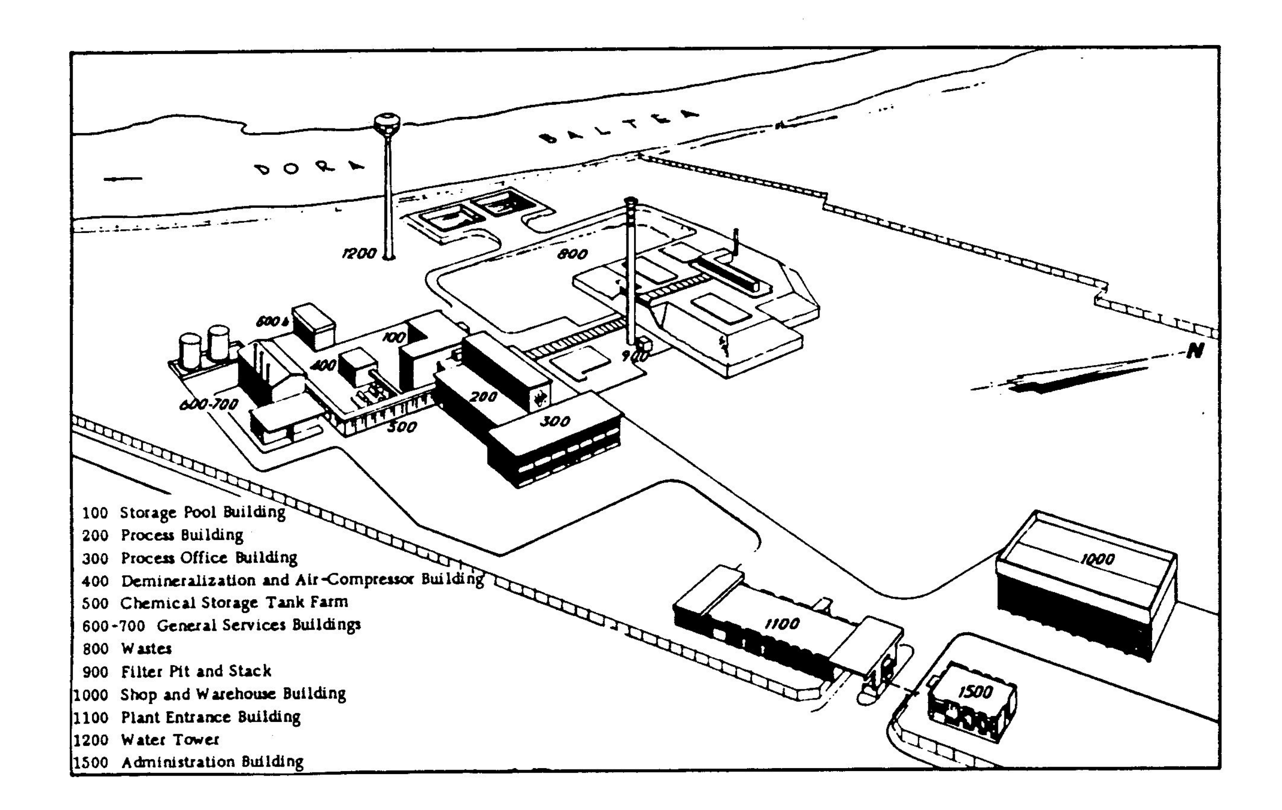
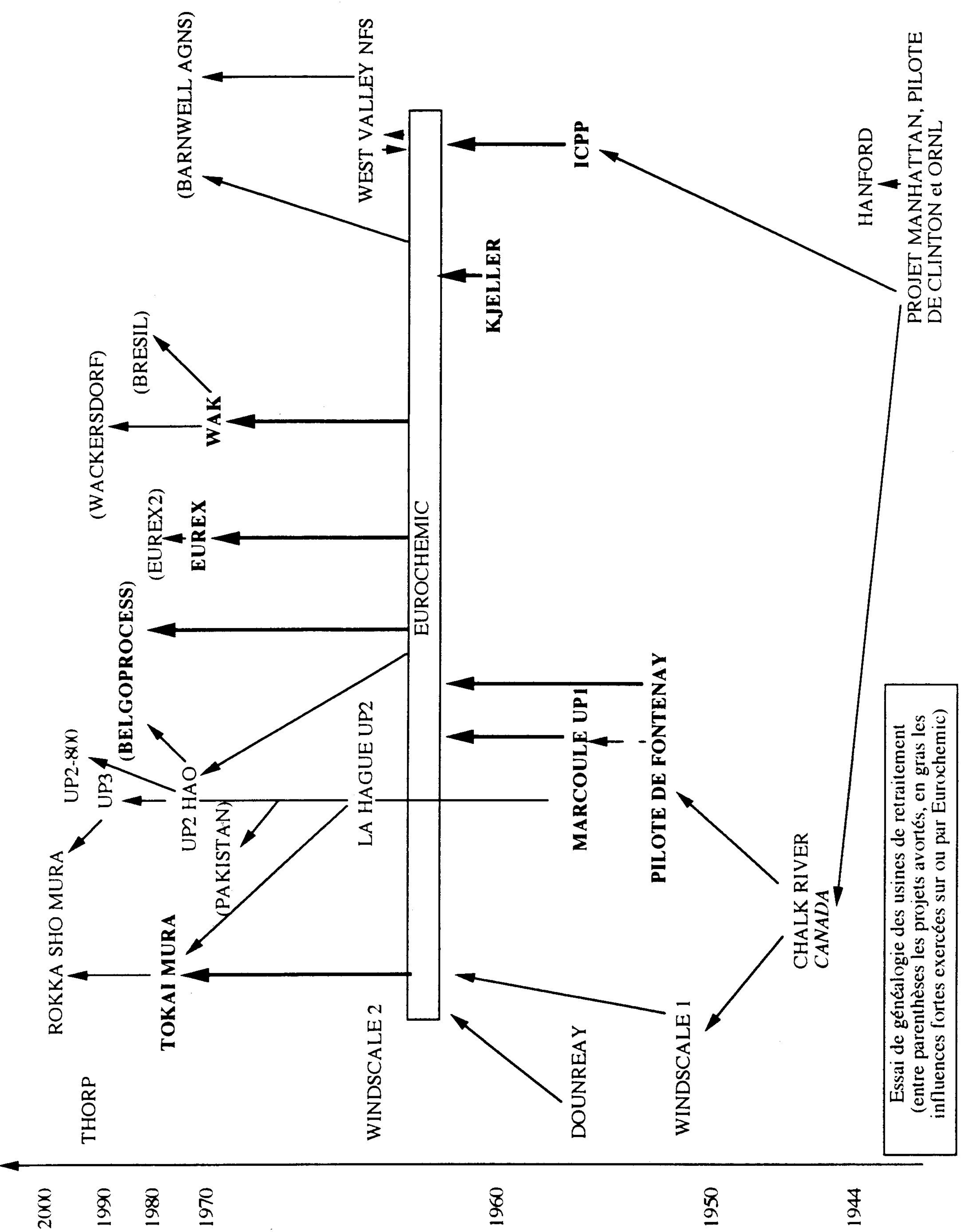


Schéma en perspective du site d'EUREX. EUREX s'inspire directement d'Eurochemic dans l'organisation des bâtiments.
Source: CALLERI G., CAO S. et al. (1971), p. 378.



Arbre généalogique d'Eurochemic. Essai de synthèse.



Plan sommaire du site de WAK.
1. Bâtiment de traitement.
2. Stockage des produits finals.
3. Stockage des déchets et effluents.
4. Station d'alimentation en énergie.
5. Stockage des produits chimiques.
6. Ateliers et bureaux.
7. Cheminée.
Source: TEBBERT H., SCÜLLER W. (1967), p. 197.

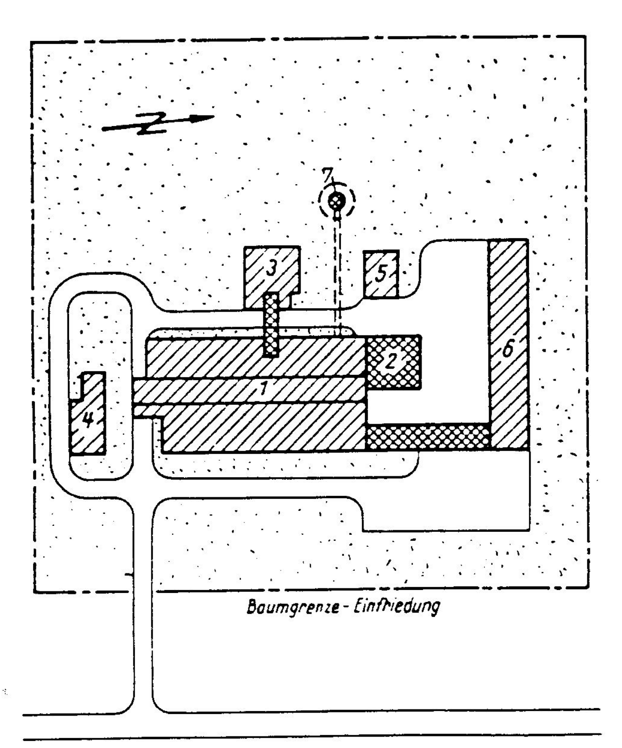


Abb. 3: Lageplan der WAK.

1 Prozeßgebäude
2 Produktlager
3 Wastelager
4 Energieversorgung
5 Chemikalienlager
6 Werkstatt- und Bürogebäude
7 Kamin

Plan du rez-de-chaussée du bâtiment de traitement de WAK.
Les piscines de stockage et de dégainage mécanique jouxtent les cellules actives, qui sont peu nombreuses, de taille inégales et totalement entourées de zones de service. L'usine est très compacte et plus petite qu'Eurochemic.
Source: EITZ A.W., RAMDOHR H., SCHÜLLER W. (1970), p. 76.

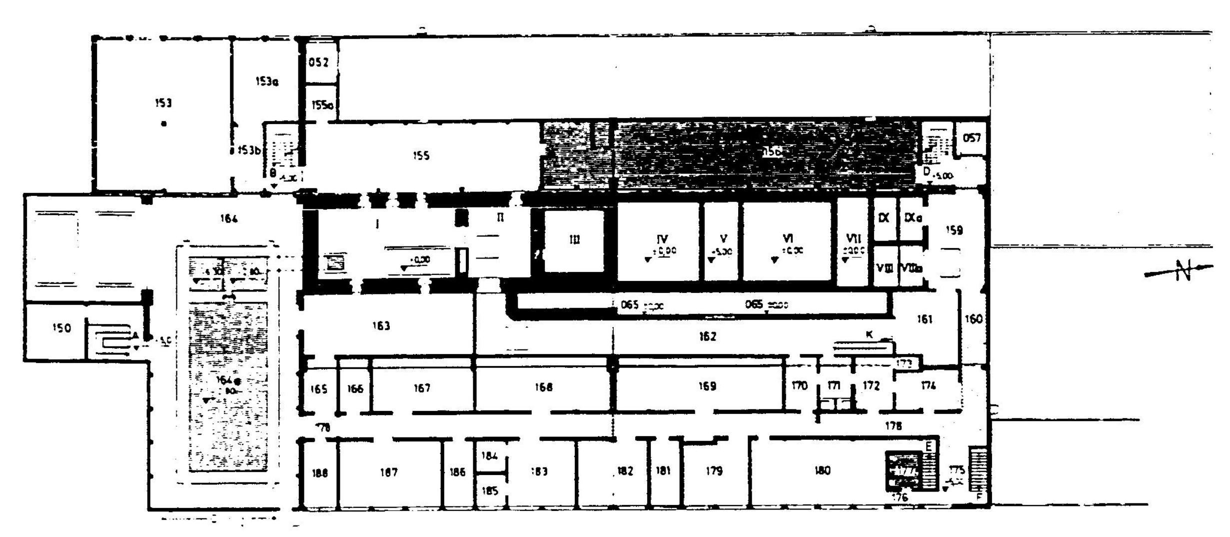
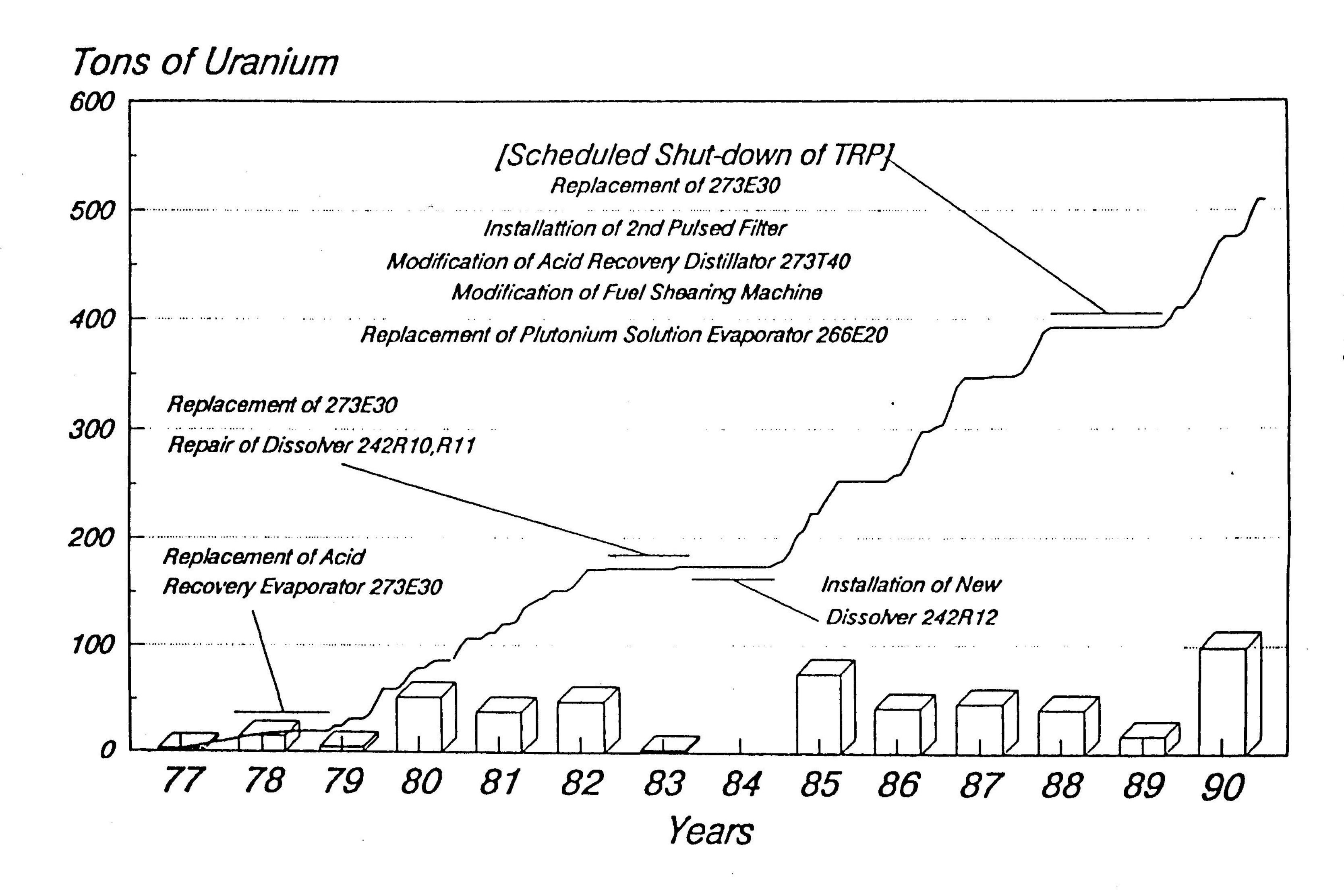


Abb. 3: Hauptgebäude der WAK. Grundriß des 1. Obergeschosses.

065	Rohrkanal	159	Durchgangsraum	169	[illegible]-Labor	180	Warme Umkleide	I	Zelle
057	Aufzugschacht	160	Flur	170	Strahlenschutzlager	181	Büro	II	Zelle
D	Treppenhaus	161	Dekontamination	171	Froschmann-Dusche	182	Massenspektrometrie	III	Zelle
150	Betriebsbüro	C. K	Treppen	172	Körperdekontamination	183	Emissionspektrometrie	IV	Zelle
A	Treppenhaus	162	Interventionszone	173	Abstellraum	184	Dunkelkammer	V	Zelle
153	Elektroverteilung	163	Bedienungsraum	174	Strahlenschutz	185	Auswerteraum	VI	Zelle
153a	Datenraum	164	Wasserbeckenhalle	175	Monitor-Station	186	Büro	VII	Zelle
153b	Flur	164a	Wasserbecken	176	Flur	187	Inaktives Labor	VIII	Zelle
B	Treppenhaus	165	Laborlager	177	WC und Waschraum	188	Büro	VIIIa	Zelle
155	Bedienungsraum	166	Wägeraum	178	Flur	F	Treppenhaus	IX	Zelle
155a	Lüftung	167	Tracerlabor	179	Zählraum	E	Treppenhaus	IXa	Zelle
156	Chemikalien-Versorgung	168	α-Labor						

Les principales étapes de l'exploitation de l'usine-pilote de Tokai Mura entre 1977 et 1990.
Source: MIYAHARA K. et al. (1991), p. 52.



Période de retraitement (en blanc) et d'arrêt (en grisé) pour interventions à WAK entre septembre 1971 et mai 1984. Les causes d'interventions sont classées en trois grandes catégories, de bas en haut: améliorations des systèmes de sécurité, projets de développement et innovations, arrêts pour entretien et changement d'équipements. L'usine-pilote n'avait pas comme objectif de retraiter de grandes quantités de combustibles et fut confrontée à de nombreuses difficultés de fonctionnement.
Source: SCHÜLLER W. (1984), p. 441.

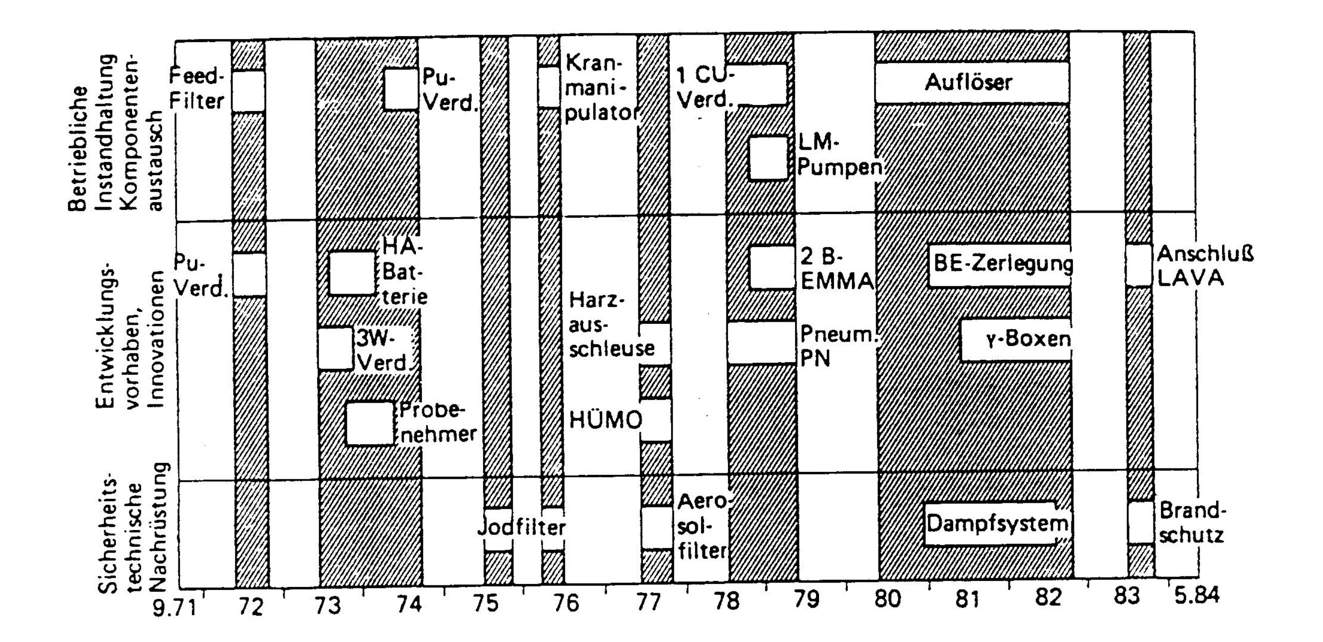
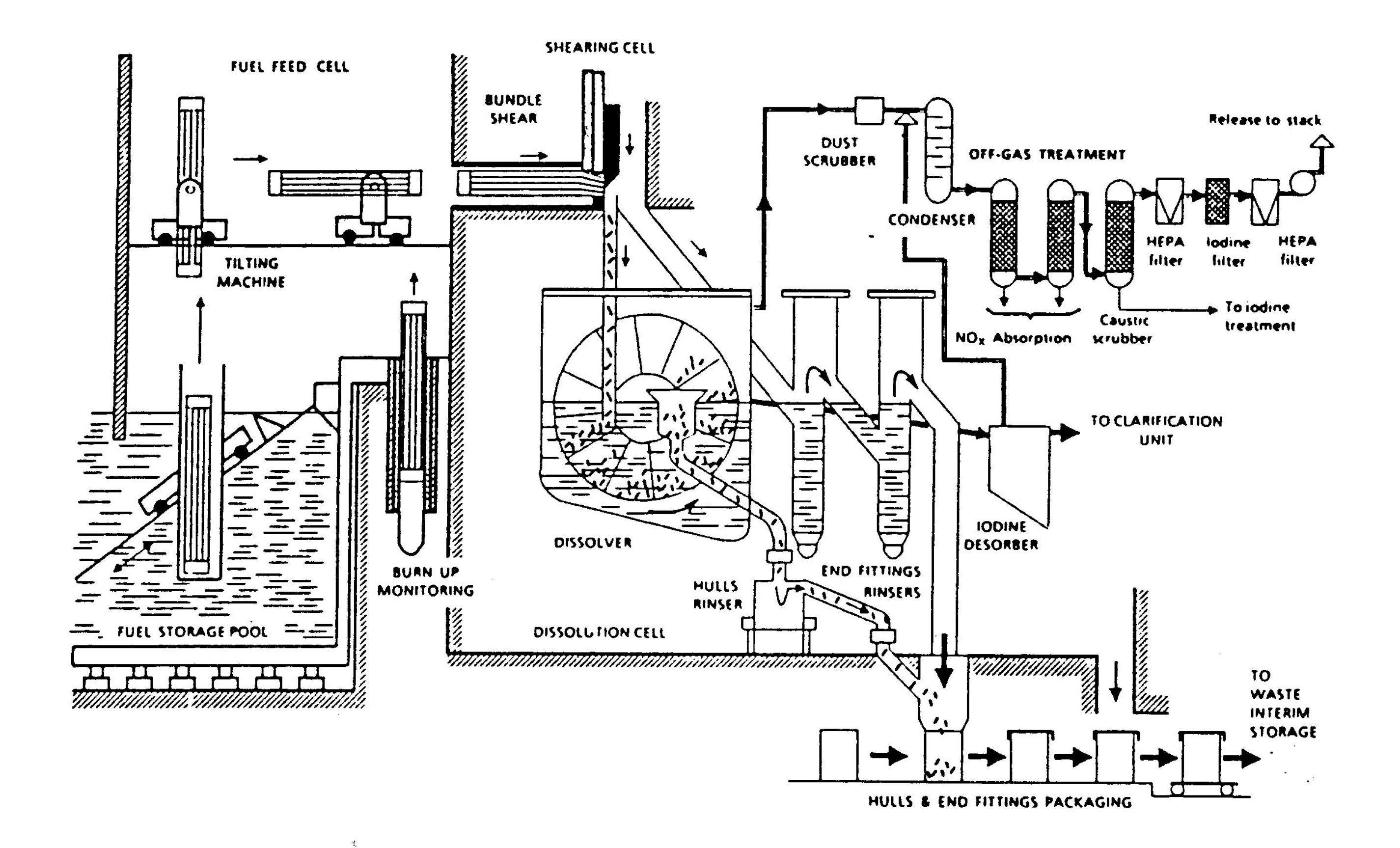


Schéma du système de dégainage et de dissolution à UP3.
Source: PONCELET J.F. (1991), p. 95.



Principe de l'inspection par un robot d'un des dissolveurs de l'usine de Tokai Mura .
Source: NAITO S., SUMIYA A. et al. (1991), p. 161.

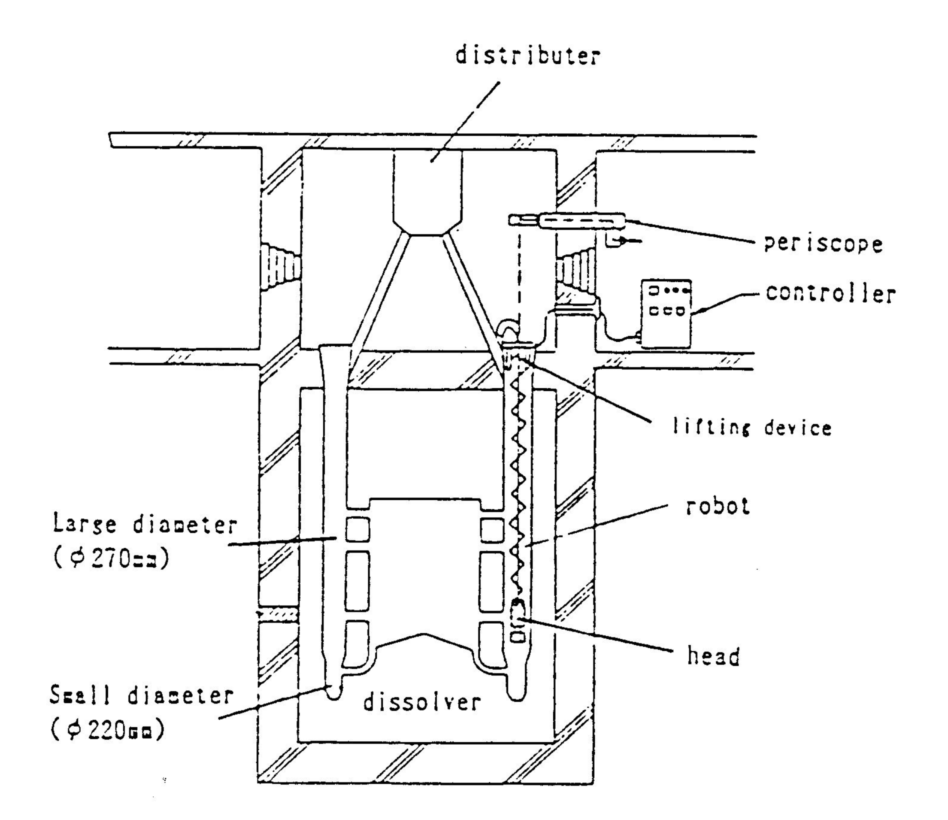


Schéma de principe d'une enceinte mobile d'évacuation du matériel (EMEM) à operculaire employée à UP3.
Source: BETIS J. (1993), p. 273.

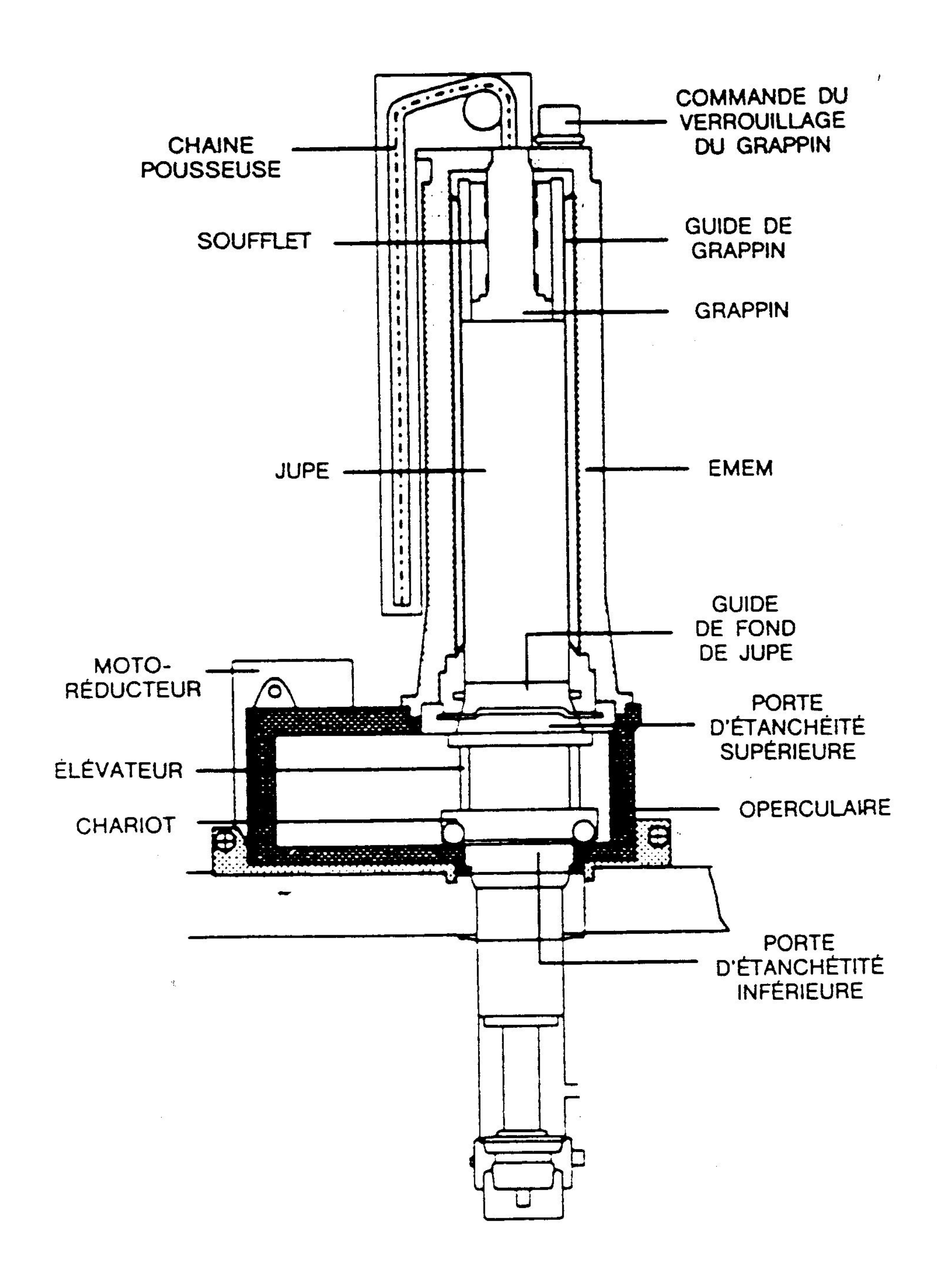
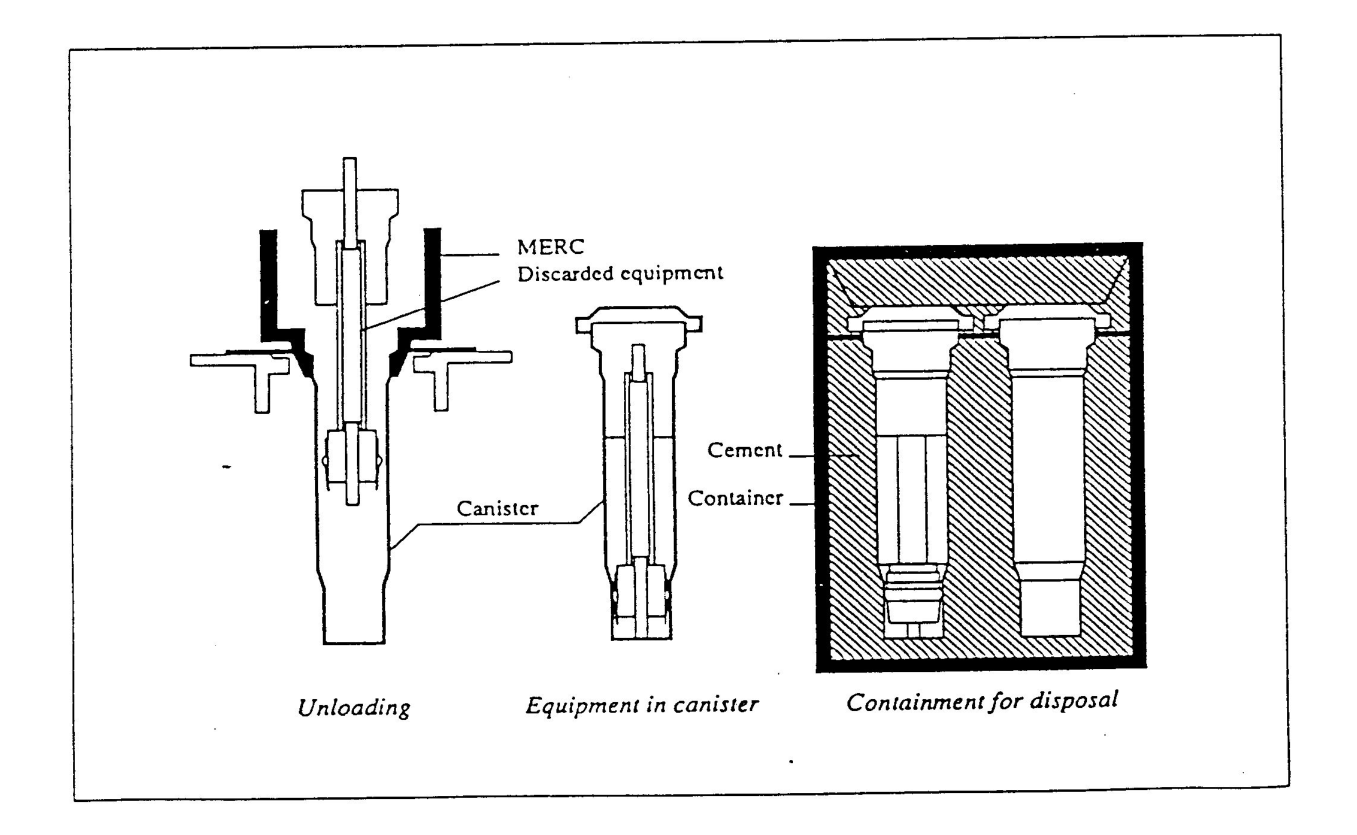
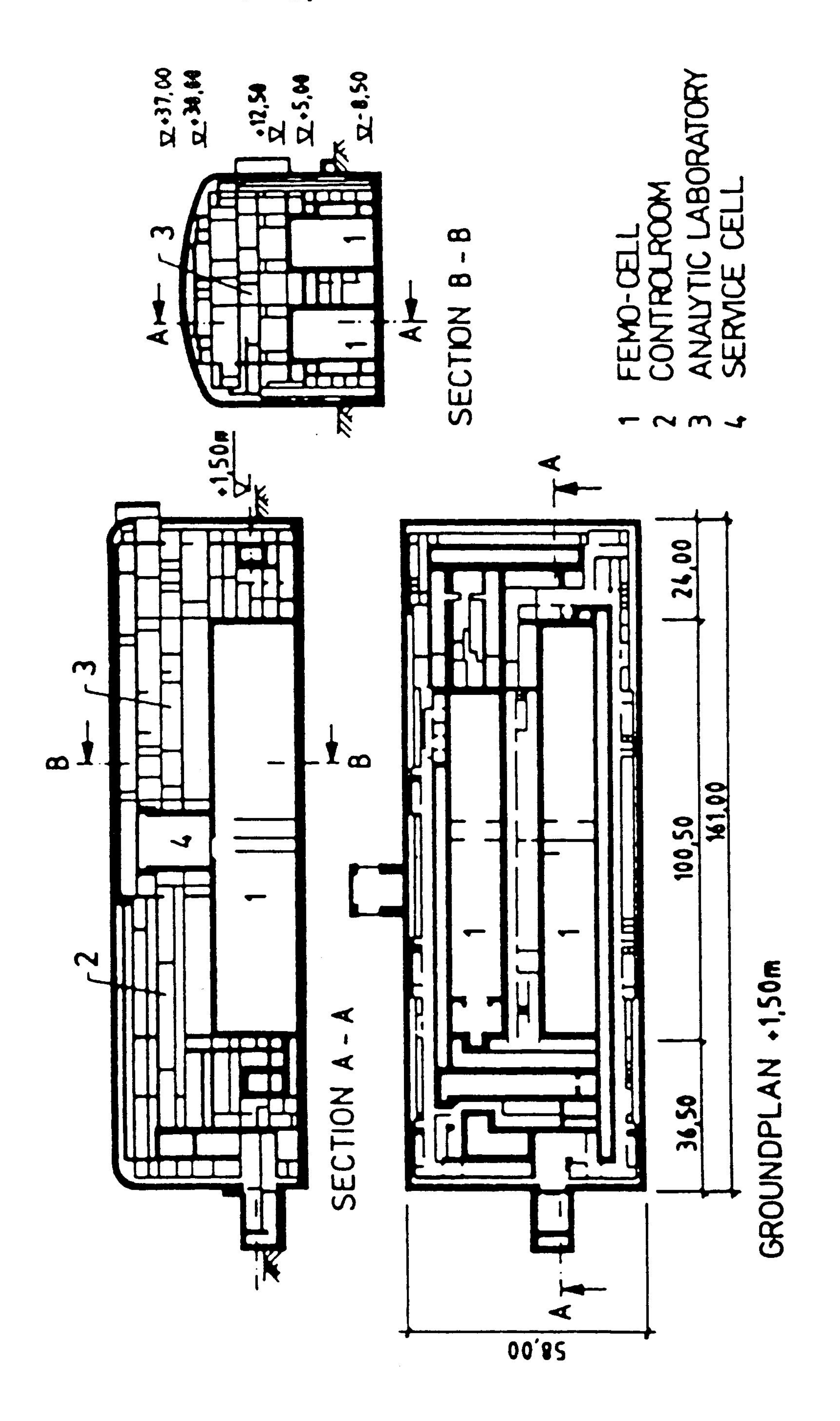


Schéma des opérations de bétonnage direct des équipements usés collectés par les EMEM d'UP3.
Source: IZQUIERDO J.J., CHAUVIRE P. (1991), p. 1116.



Plan au sol et vue en coupe de l'usine de retraitement prévue à Wackersdorf. Etat du projet en 1987. L'usine est très compacte, enfermée dans une enceinte de béton la protégeant des chutes d'avion, et est construite autour de deux grandes cellules FEMO.
Source: HILPERT H.J. (1987), p. 1350.



Vue en coupe d'une des cellules de Wackersdorf, avec l'alignement des deux côtés d'un couloir central des modules FEMO, desservis par des ponts roulants et les systèmes de manipulation programmables MTS.
Source: MISCHKE J. (1984), p. 437.

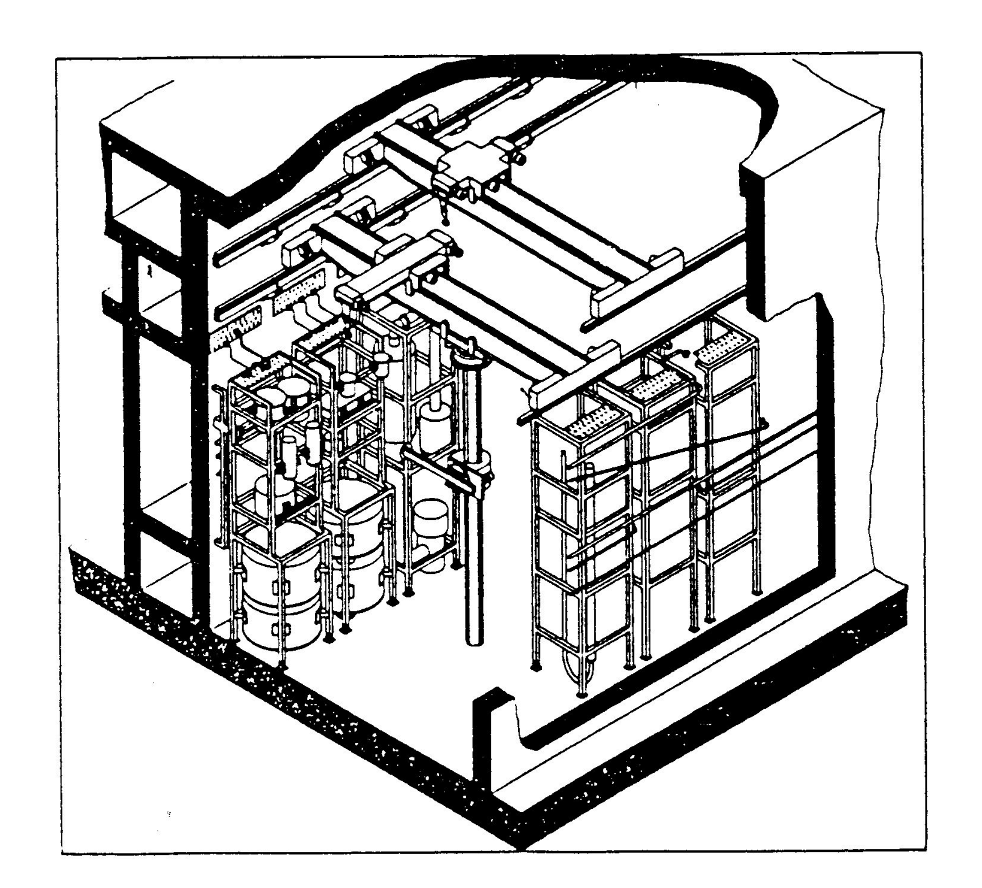
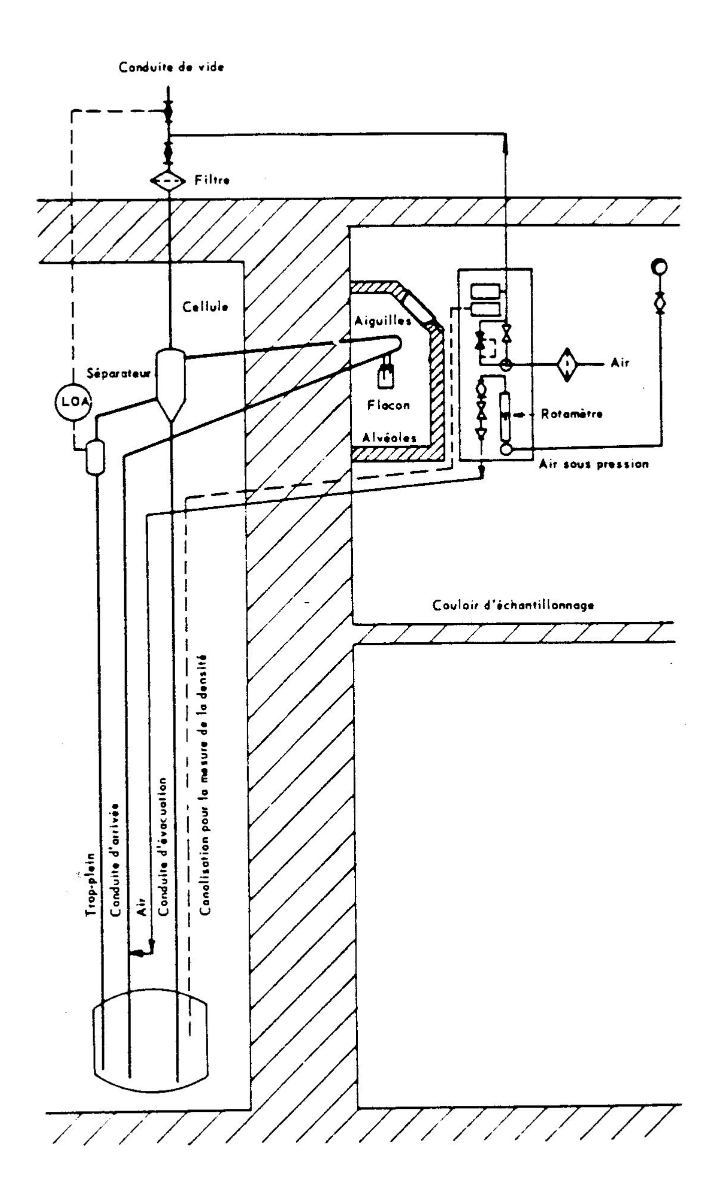
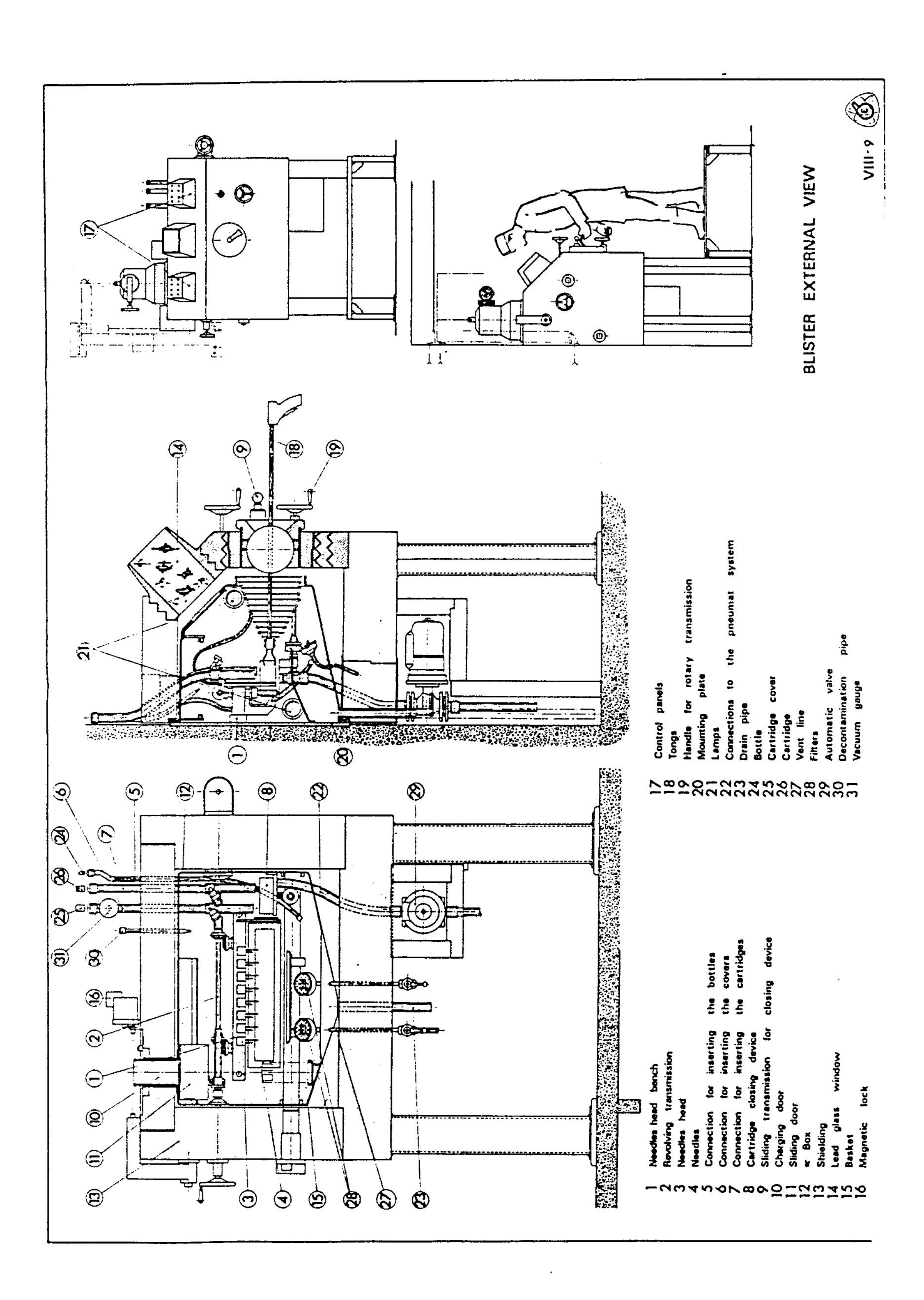


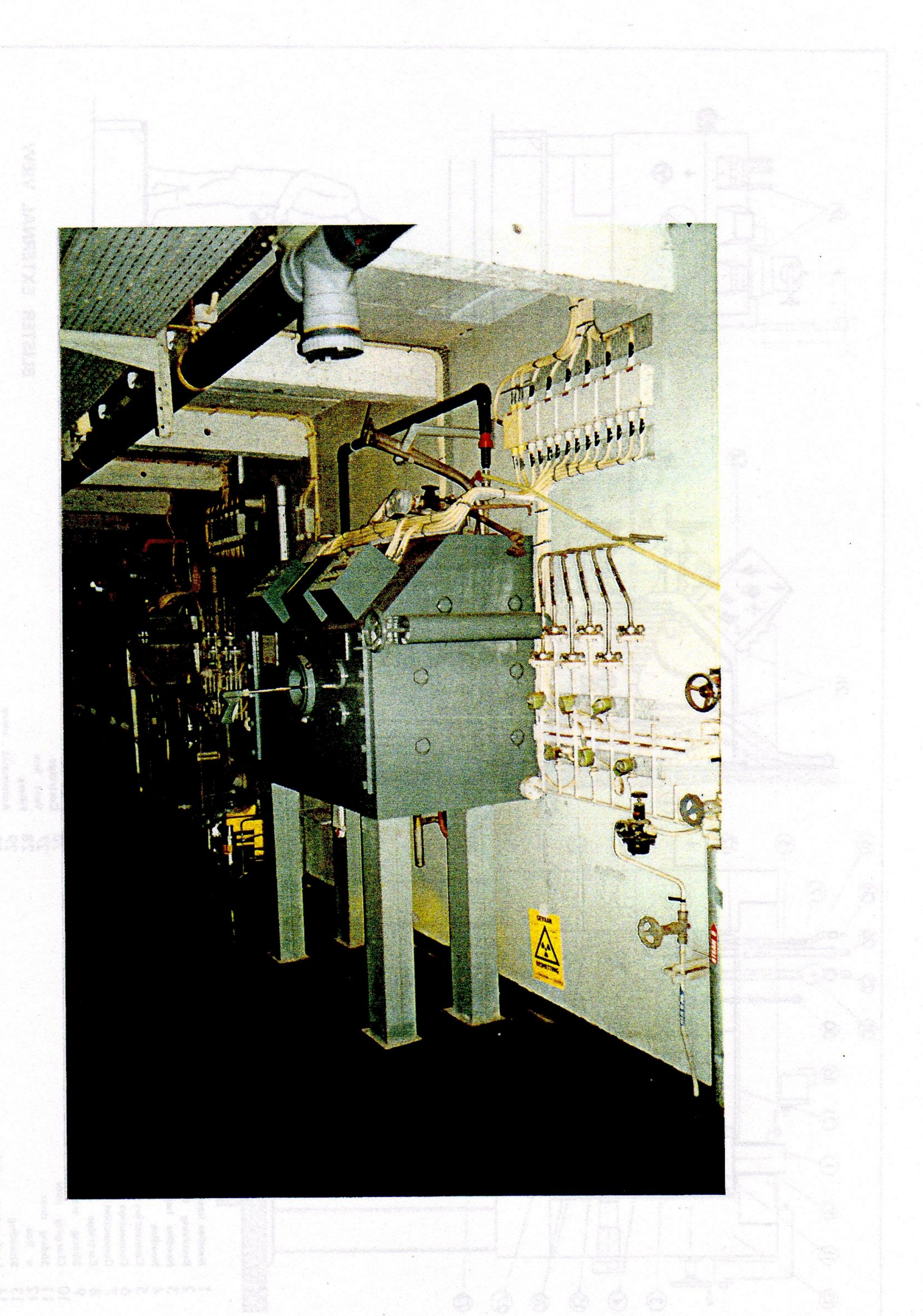
Schéma de principe du système de prélèvement des échantillons dans l'usine.
Source:RAE 1 (1963), p. 307.



Schémas d'une des boîtes de prélèvement du couloir des prises d'échantillons de l'usine.
Source: Safety Analysis (1965), volume des figures, VIII-9.



Vue extérieure d'une des boîtes de prélèvement du couloir des prises d'échantillons de l'usine.
Source: Photographie prise par l'auteur en août 1992.



Vue du couloir principal du bâtiment de traitement de l'ICPP en 1958. A gauche les tableaux de contrôle, à droite les commandes de vannes.
Source: HOGERTON J.F. ed. (1958), p. 94.



Un des tableaux synoptiques de contrôle de l'usine Eurochemic en fonctionnement.
Source: Diapositive du fonds Eurochemic, sans date.

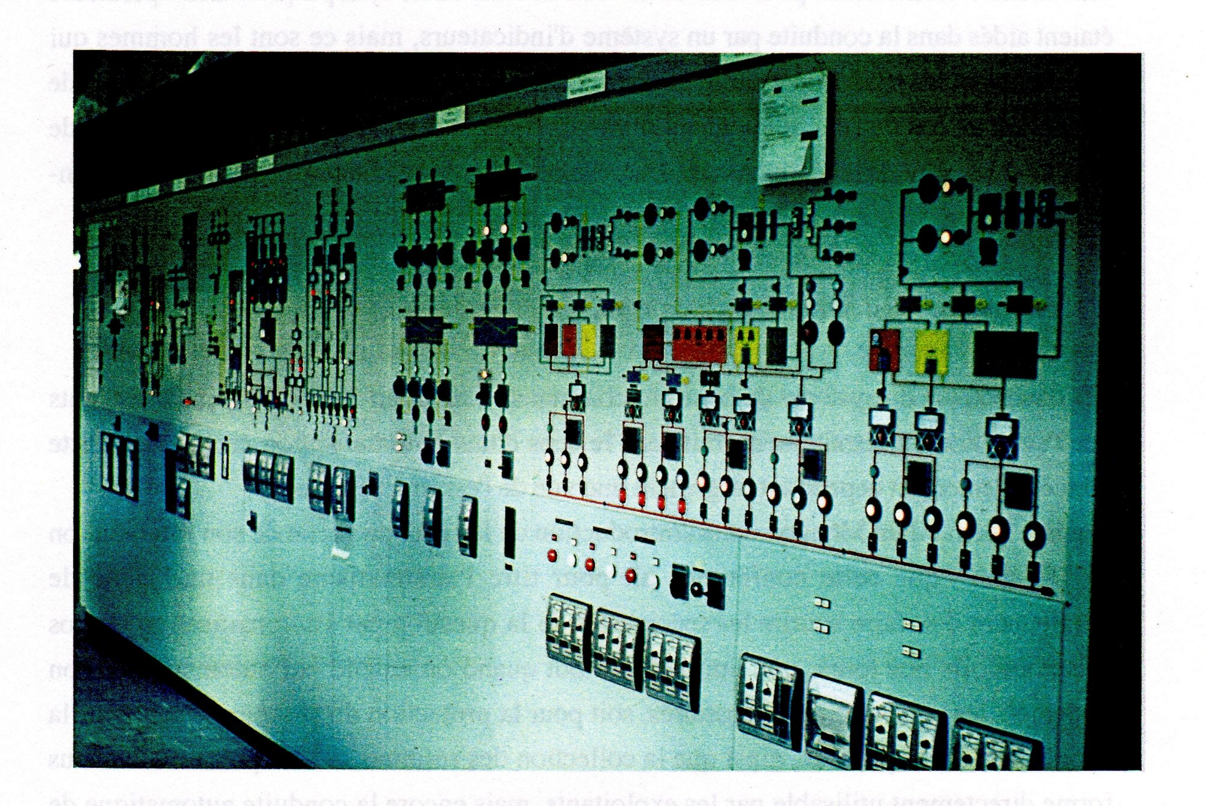
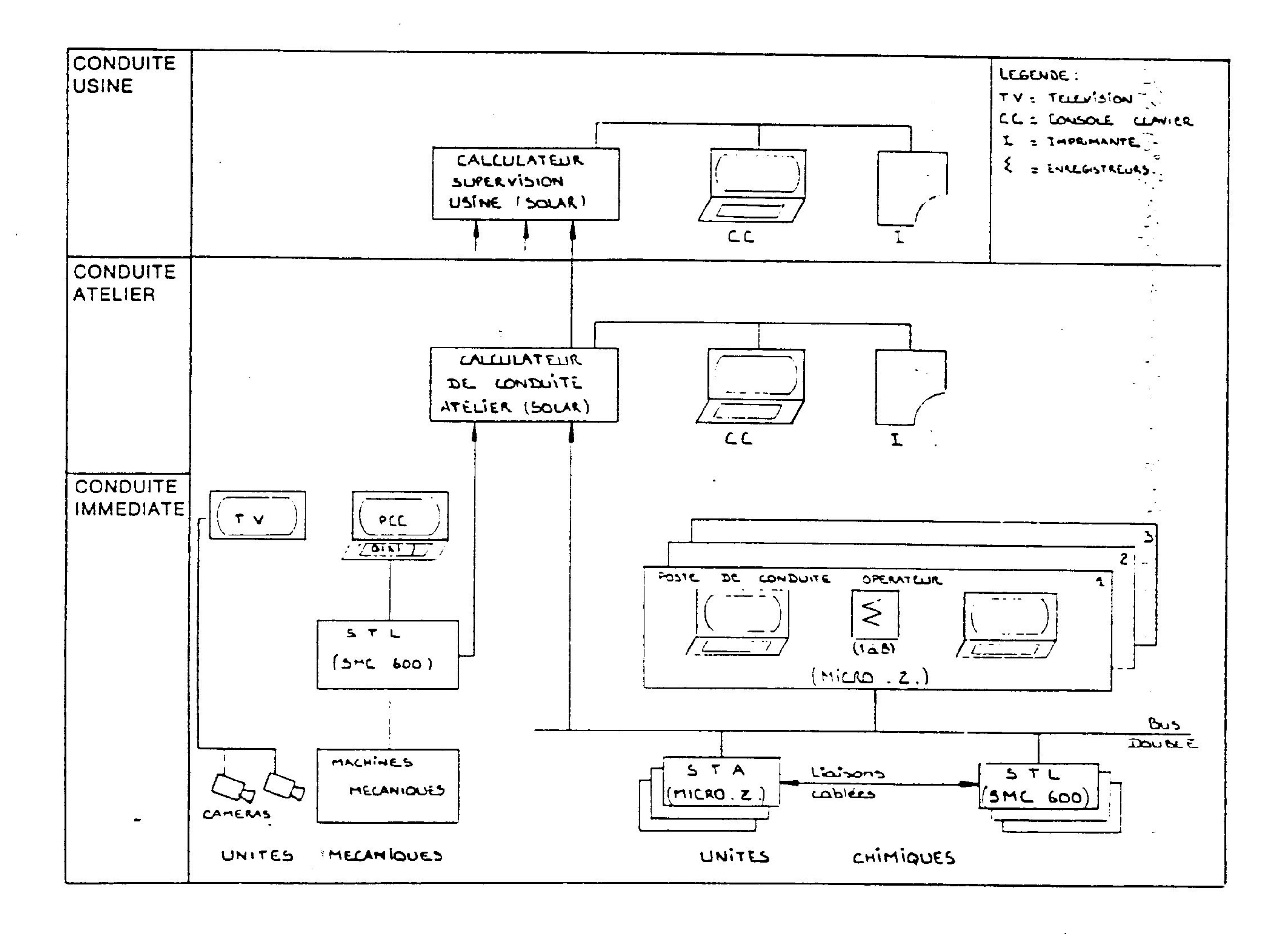


Schéma d'organisation générale des systèmes de conduite d'UP3.
Source: SILIE P. (1983), p. 410.



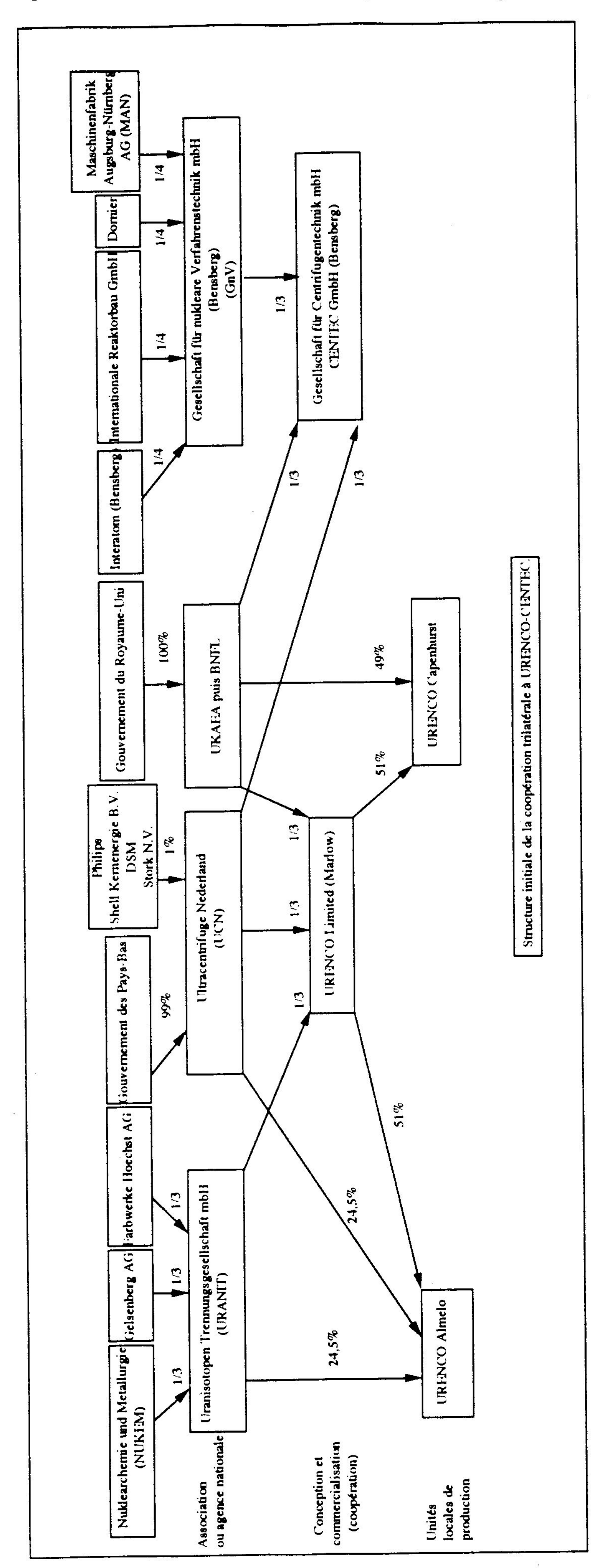
Organisations internationales de coopération scientifique et technique dans le domaine nucléaire.

Caractéristiques juridiques de quelques organisations internationales de coopération dans le domaine des sciences et des techniques nucléaires. Organisations classées par ordre décroissant d'intégration au droit international [1]

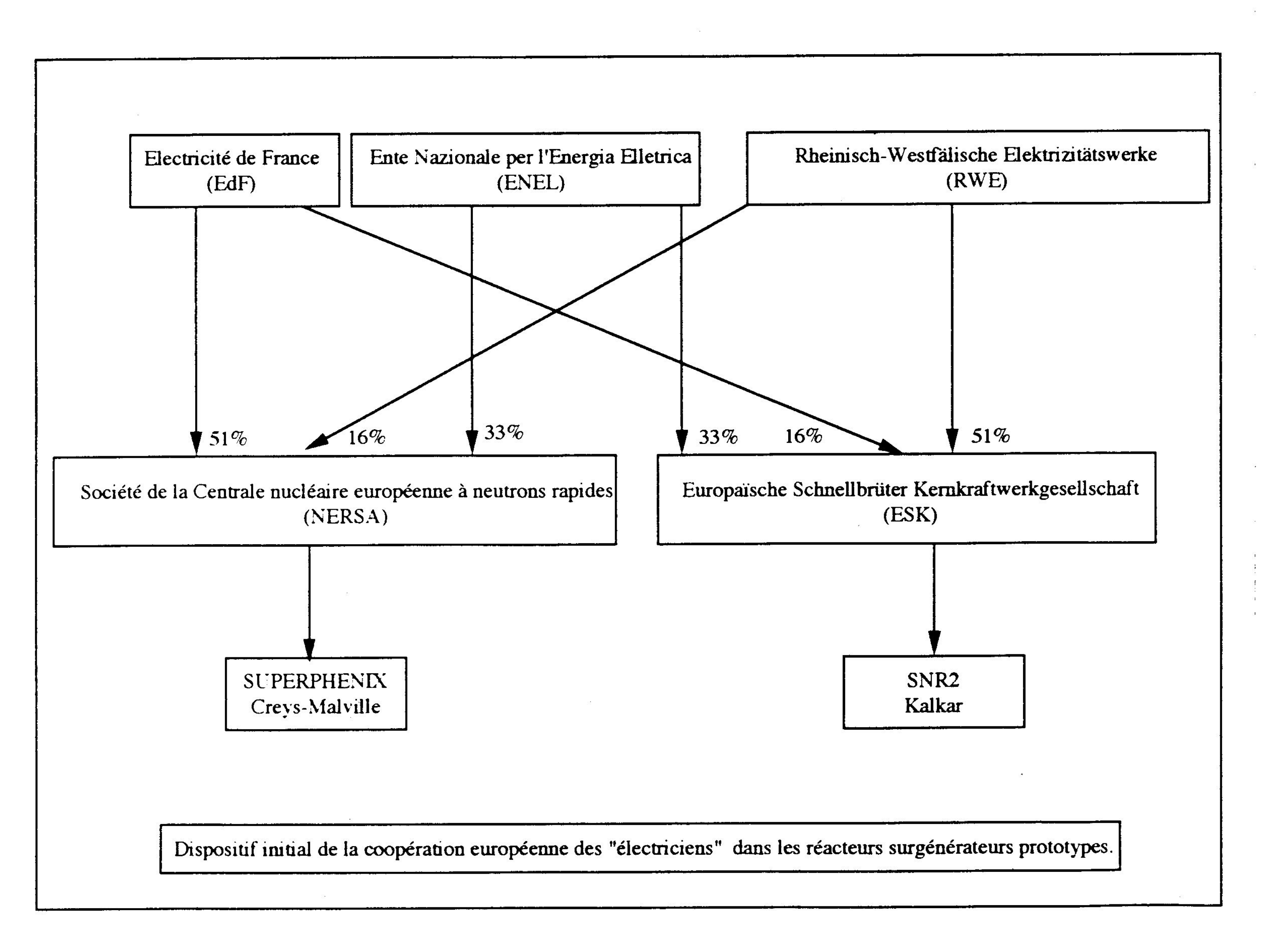
Date de création	Nom de l'entreprise	Objet	Nature des Membres	Statut légal	Texte constitutif	Législation s'appliquant	Mode de financement	Contrôle gouvernemental	Privilèges et juridiction compétente pour le règlement des différends
1953	CERN	Recherche fondamentale	gouvernements	Organisation intergouvernementale Conseil	Traité	Traité et droit international	Contributions gouvernementales	Membres du Conseil	Privilèges et immunités habituelles d'une organisation internationale. Cour internationale de Justice
1959	EUROCHEMIC	Construction et exploitation d'une usine de retraitement, R&D associés	Actionnaires gouvernements, organismes publics et mixtes, sociétés privées	Société internationale par actions Assemblée générale et Conseil d'administration	Convention internationale et Statut annexé à la Convention	Convention, Statut, et législation belge à titre subsidiaire	Capital de la Société, contributions gouvernementales, emprunts et revenus propres	Groupe spécial des représentants des gouvernements (AEN/OCDE)	Immunités et privilèges, Exemptions de taxes et droits de douane Arbitrage amiable par le Groupe spécial. Tribunal européen de l'énergie nucléaire
1967	Institut Max von Laue-Paul Langevin	Construction et exploitation d'un réacteur à haut flux R&D associés	Institutions publiques de recherche, société mixte	"Société civile" non-commerciale de droit français Comité de Direction, Conseil scientifique	Traité, accord d'association privé, enregistrement en France	Statut et droit français	Contributions gouvernementales, site offert par l'organisation hôte	Associés désignés par le gouvernement, approbation de la nomination des membres du Comité de Direction et des modifications aux statuts	Facilités pour l'engagement de personnel. Négociations et arbitrages entre les gouvernements.
1970	URENCO/ CENTEC	Exploitation industrielle du procédé d'enrichissement par centrifugation gazeuse, R&D associés	avec soutien gouvernemental agences gouvernementales et compagnies commerciales désignées par leurs gouvernements comme actionnaires de l'entreprise industrielle commune	URENCO Ltd société de droit anglais (société de holding et de services de commercialisation) CENTEC GmbH, société de droit allemand (exécution du programme de R&D) Sociétés de production: URENCO UK (de droit anglais), URENCO Nederland (de droit néerlandais)	A partir du Traité d'Almelo, constitution de sociétés suivant le droit national du pays d'implantation	Dispositions générales du traité, lois nationales	Capital de la Société, recettes d'enrichissement, contributions gouvernementales	Comité mixte de représentants des gouvernements exerce un contrôle général.	Pas de privilèges. Procédure d'arbitrage.
1973	EURODIF SA	Construction et exploitation d'une usine de d'enrichissement par diffusion gazeuse, R&D associés	organisations publiques ou mixtes, sociétés privées (détenues totalement ou partiellement par des gouvernements)	Société par actions de droit français. Assemblée des actionnaires, Conseil de surveillance, Conseil d'administration.	Procédure normale de constitution d'une société française; articles d'association	Loi française, articles d'association (jusqu'en 1980 Depuis, Convention intergouvernementale du 20 mars 1980)	Capital de la Société, recettes d'enrichissement	Pas de disposition spéciale	Dans le traité de 1980: dérogations concernant les taxes et le régime fiscal. Arbitrage suivant les règles de la chambre de commerce internationale
1958 et 1959	DRAGON et HALDEN (sous l'égide de l'AE(E)N/ O(E)CDE)	R&D portant sur des réacteurs expérimentaux	Gouvernements, organisations publiques, sociétés privées, commission des Communautés européennes	Pas de personnalité légale propre. Organisme national agissant au nom des participants. Conseil de gestion représentant les participants	Accord en forme privée	Législation du pays hôte (Royaume-Uni et Norvège).	Contribution des participants	Pas de dispositions spéciales Rapports réguliers à l'AE(E)N	Pas de disposition spéciale

[1] Etabli à partir de STROHL P. (1981), annexe II.

Structure de la coopération trilatérale dans l'enrichissement par ultracentrifugation entre 1970 et 1974.

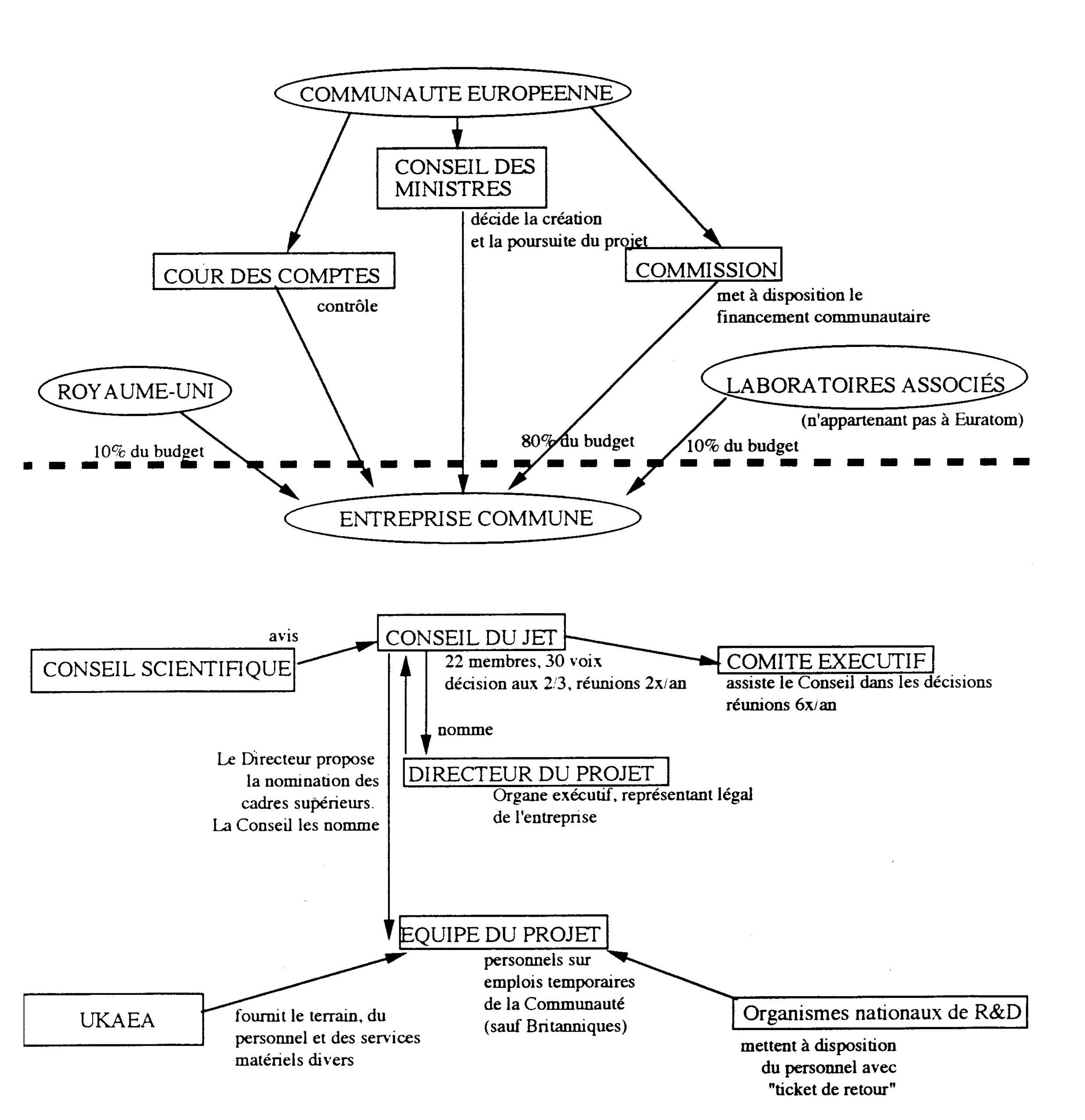


Structure de la coopération trilatérale des producteurs d'électricité dans le programme de réalisation des réacteurs surgénérateurs prototypes .

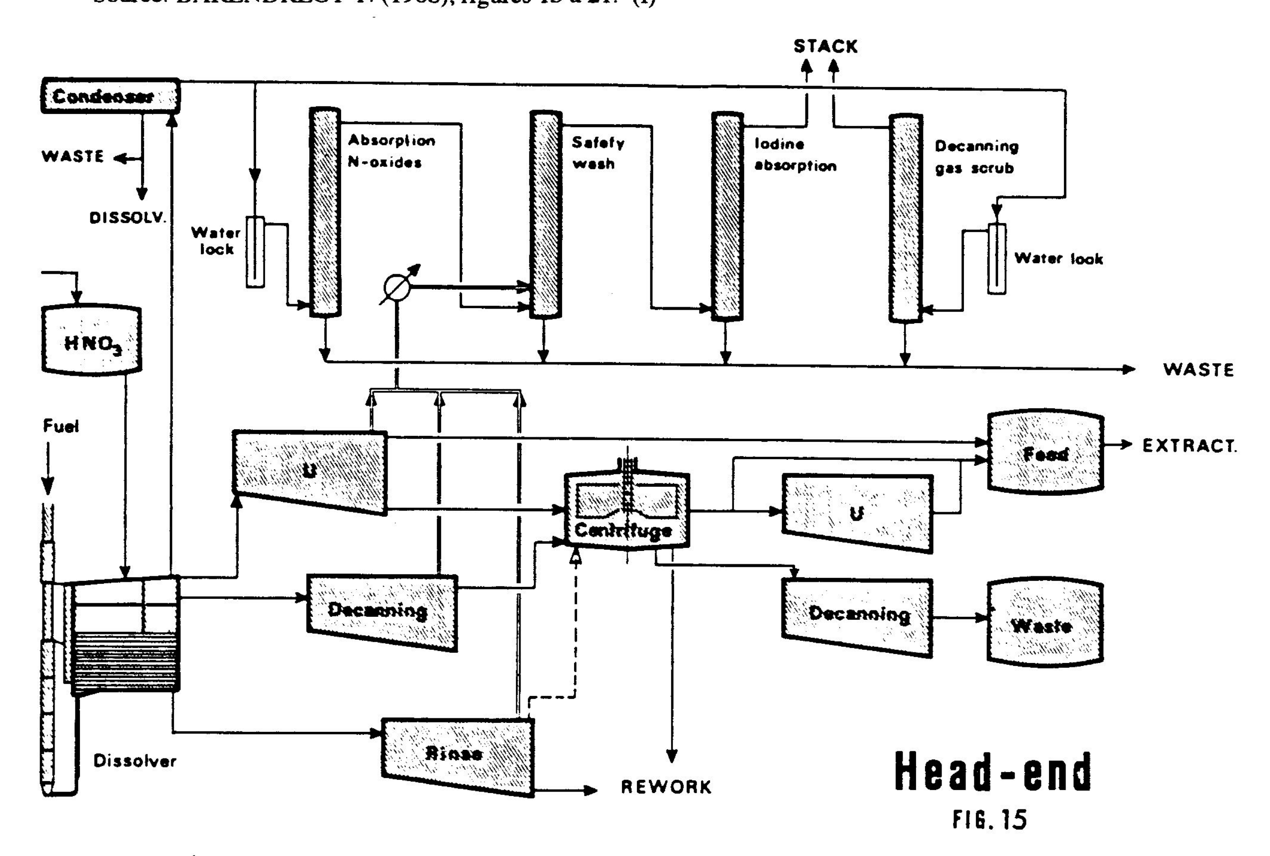


Dispositif initial de la coopération européenne des "électriciens" dans les réacteurs surgénérateurs prototypes.

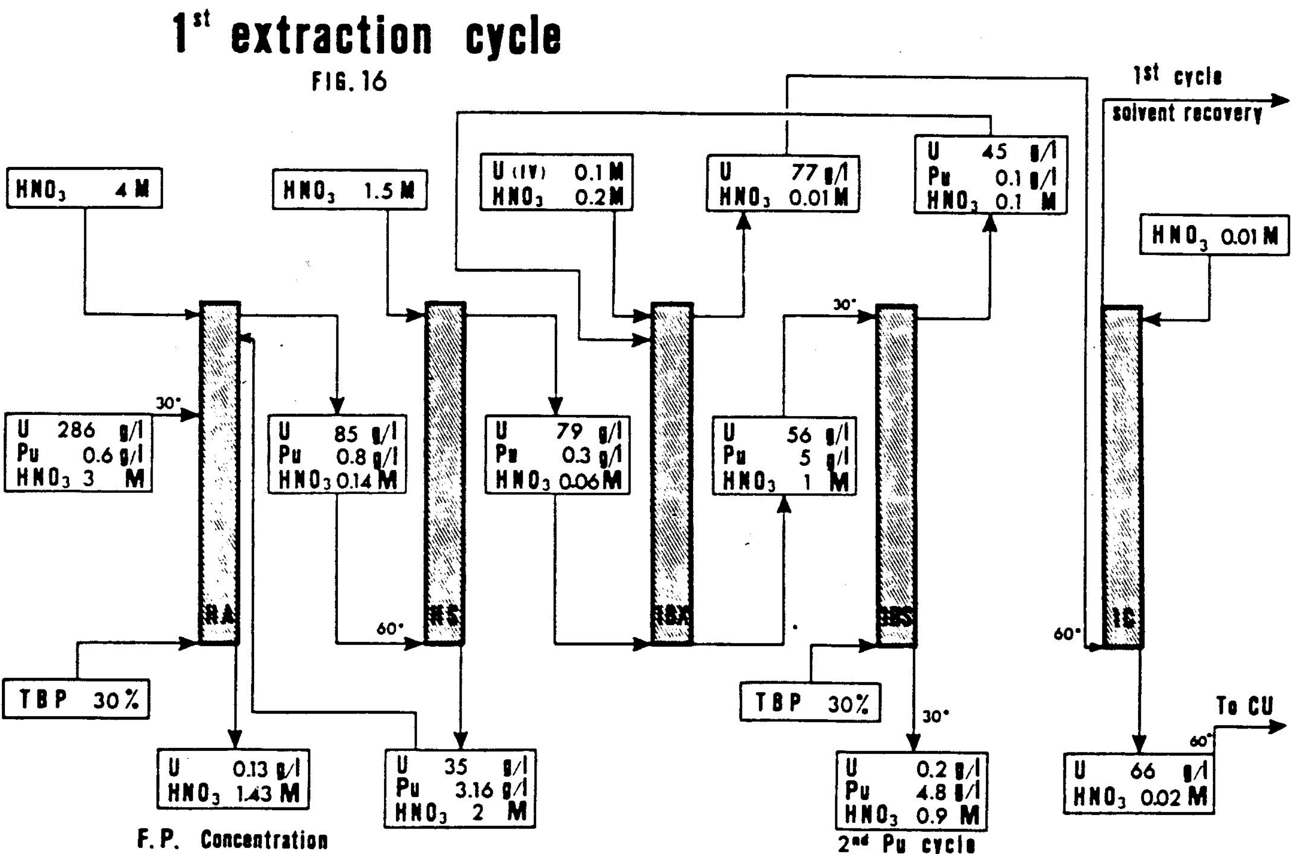
Structure de la coopération dans l'entreprise commune d'Euratom JET, d'après la décision du Conseil du 30 mai 1978 et ses documents annexes.
Source des données : JOCE (1978a,b,c).



Schémas chimiques établis en 1968 pour l'ensemble du procédé
Source: BARENDREGT T. (1968), figures 15 à 21. (I)



Head-end
FIG. 15



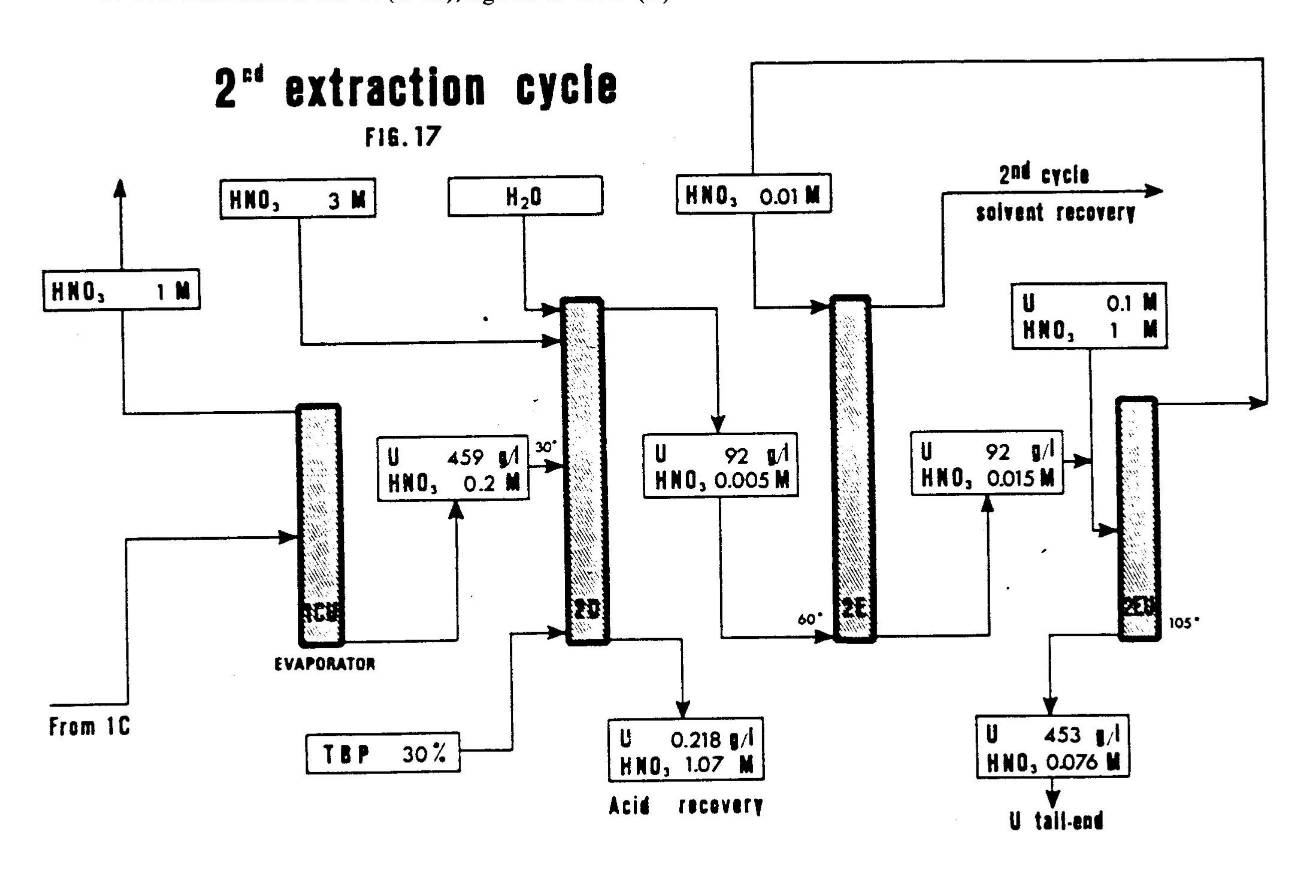
1st extraction cycle
FIG. 16

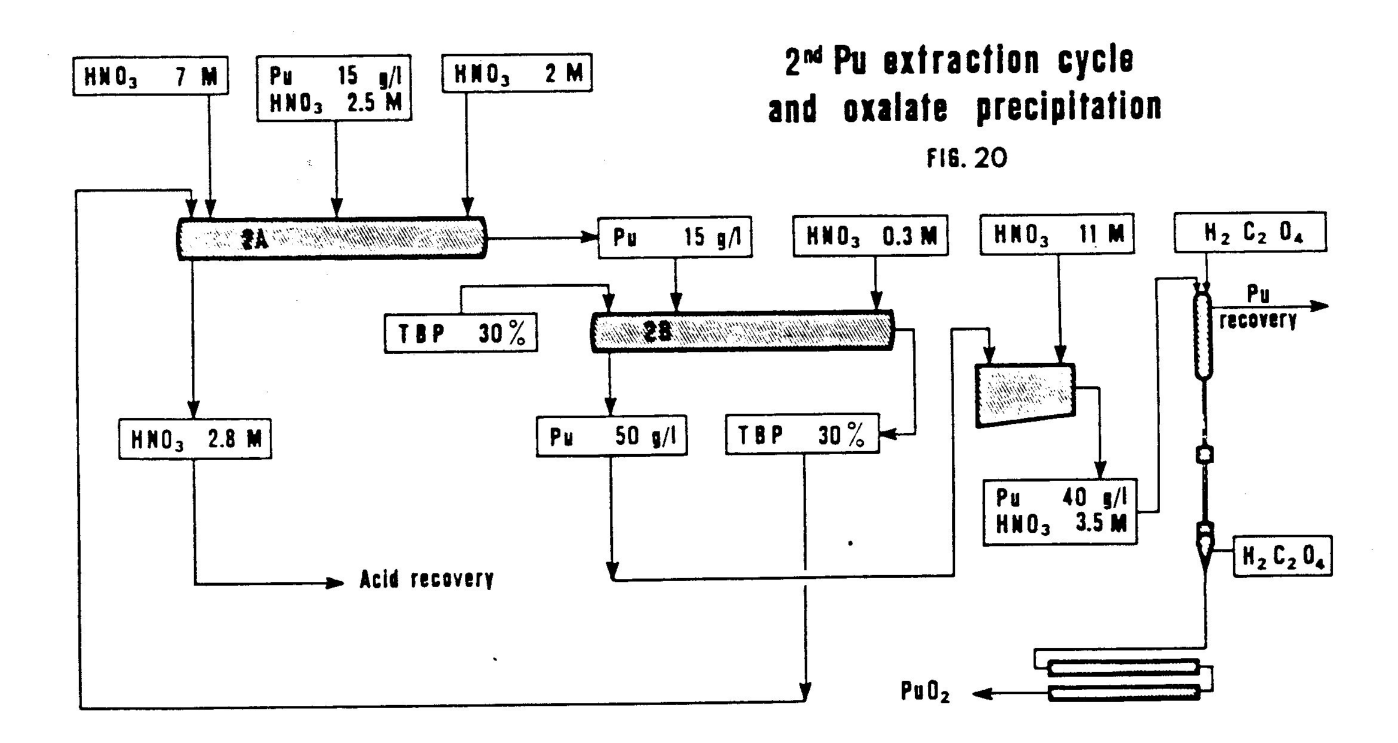
Tableau de dissolution des éléments de gainage et des coeurs de combustibles irradiés dans la tête de procédé de l'usine Eurochemic.
Source. BARENDREGT T. (1968), tableau 1, non paginé.

TABLEAU 1 : DISSOLUTION DES ELEMENTS COMBUSTIBLES

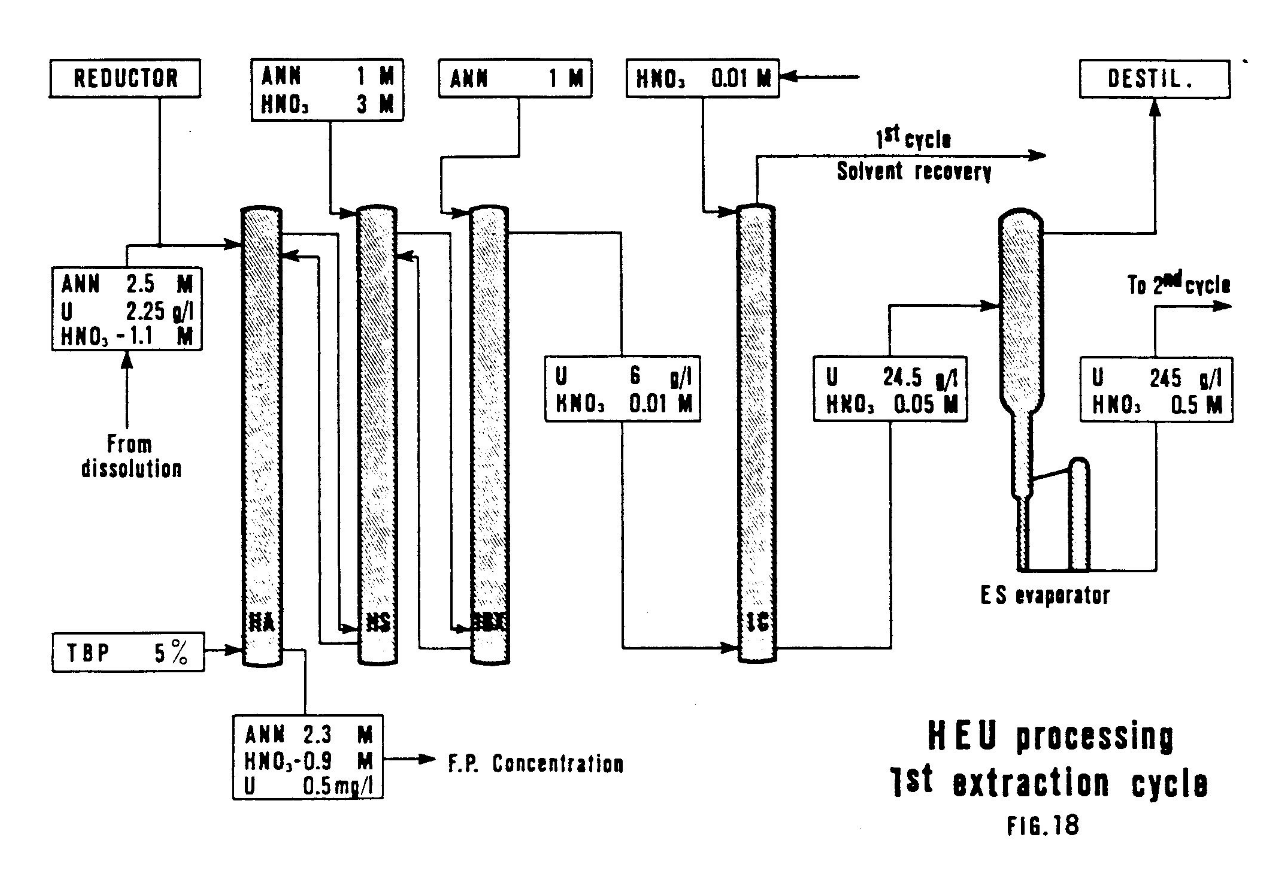
MATERIAUX	PRODUITS CHIMIQUES	PRODUITS	
		SOLUTIONS	GAZ
Al	NaOH	$NaAlO_2$ – Na OH	H_2
Mg	H_2SO_4	$MgSO_4$ – H_2SO_4	H_2
Zr	NH_4F – NH_4NO_3	$(NH_4)_2ZrF6$	NH_3
Acier, Cr	H_2SO_4	Fe(CrNi) SO_4 – H_2SO_4	H_2
Ni			
U	HNO_3	$UO_2(NO_3)_2$ – HNO_3	Oxydes N_2 I 131
U Mo	HNO_3	$UO_2(NO_3)_2$ – HNO_3	
		$H_2MoO_4.H_2O$ prec.	Oxydes N_2 I 131
U Al	HNO_3 – Hg^{++}	$UO_2(NO_3)_2$ – Al $(NO_3)_3$	Oxydes N_2 I 131
UO_2	HNO_3	$UO_2(NO_3)_2$	Oxydes N_2 I 131

Schémas chimiques établis en 1968 pour l'ensemble du procédé
Source: BARENDREGT T. (1968), figures 15 à 21. (II)

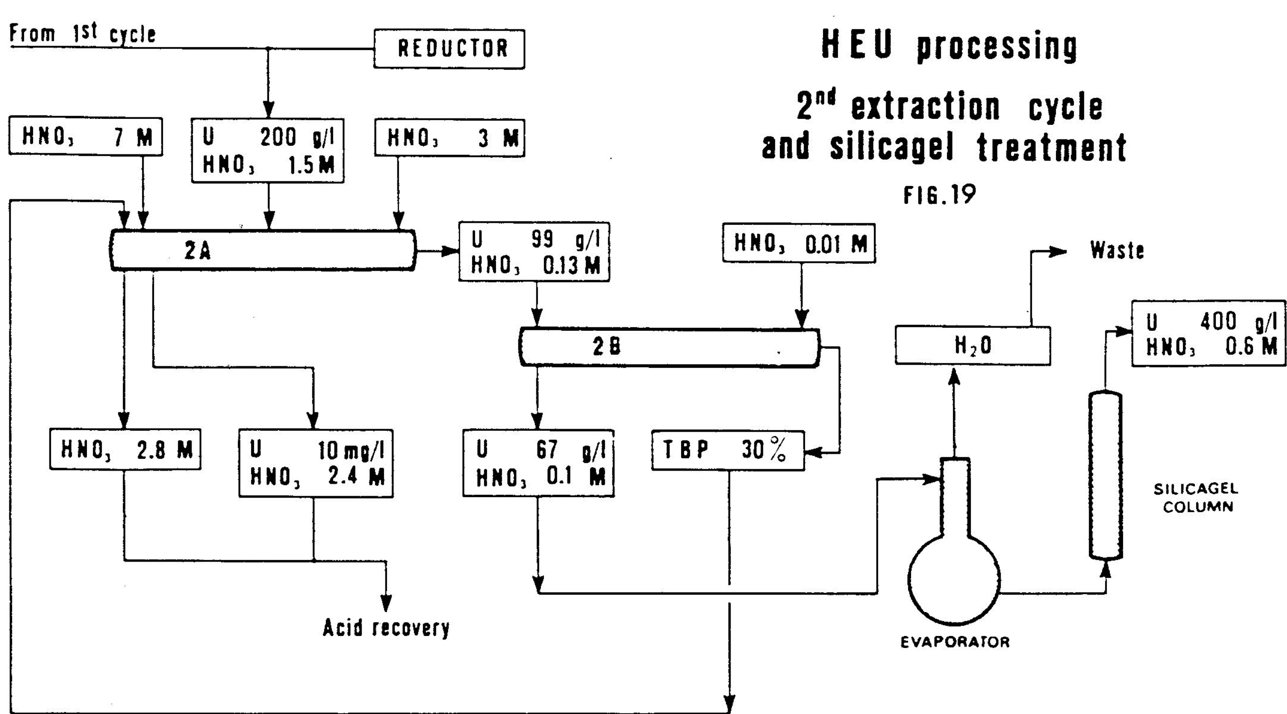




Schémas chimiques établis en 1968 pour l'ensemble du procédé
Source: BARENDREGT T. (1968), figures 15 à 21. (III)

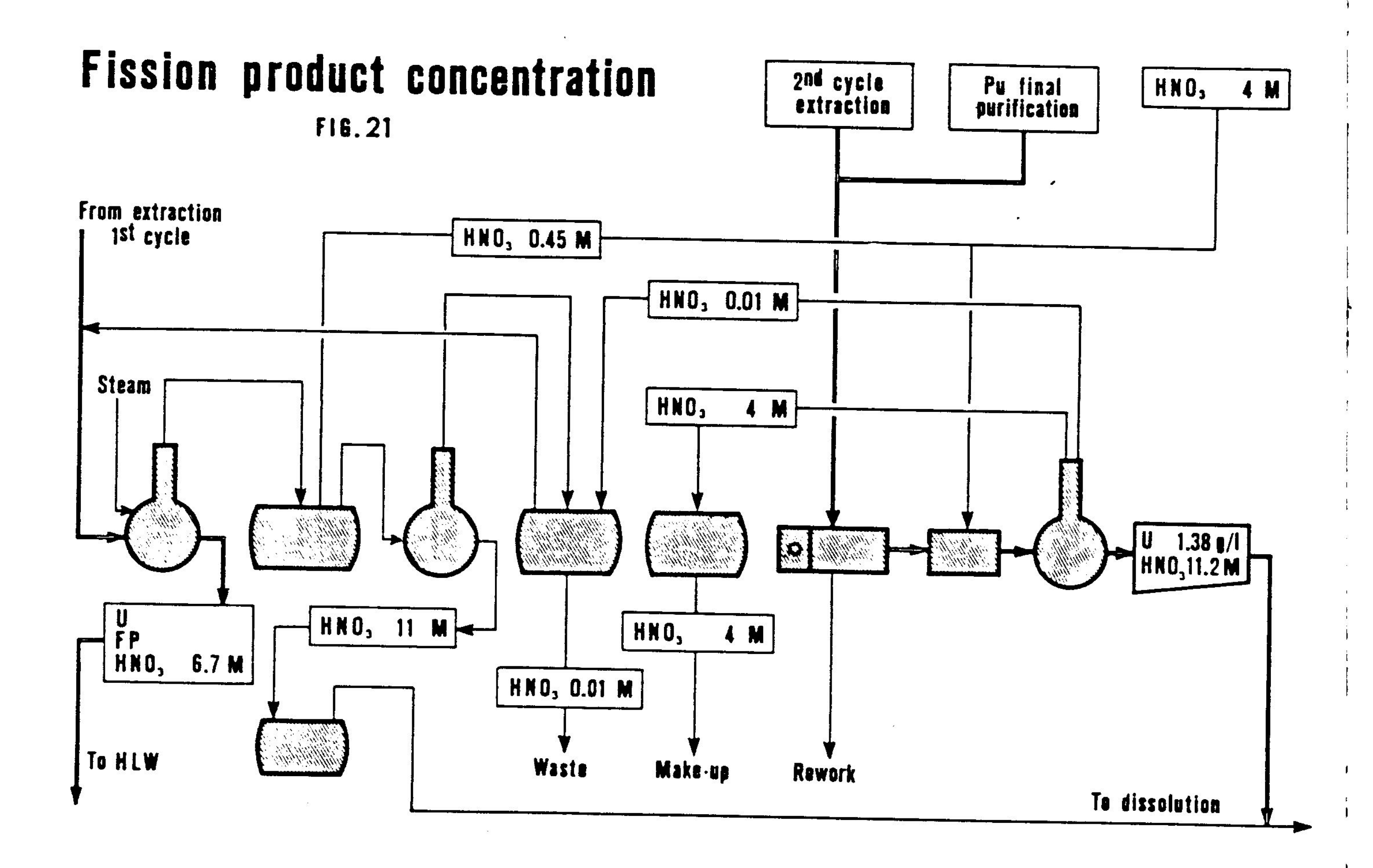


HEU processing
1st extraction cycle
FIG.18



HEU processing
2nd extraction cycle
and silicagel treatment
FIG.19

Schémas chimiques établis en 1968 pour l'ensemble du procédé
Source: BARENDREGT T. (1968), figures 15 à 21. (IV)



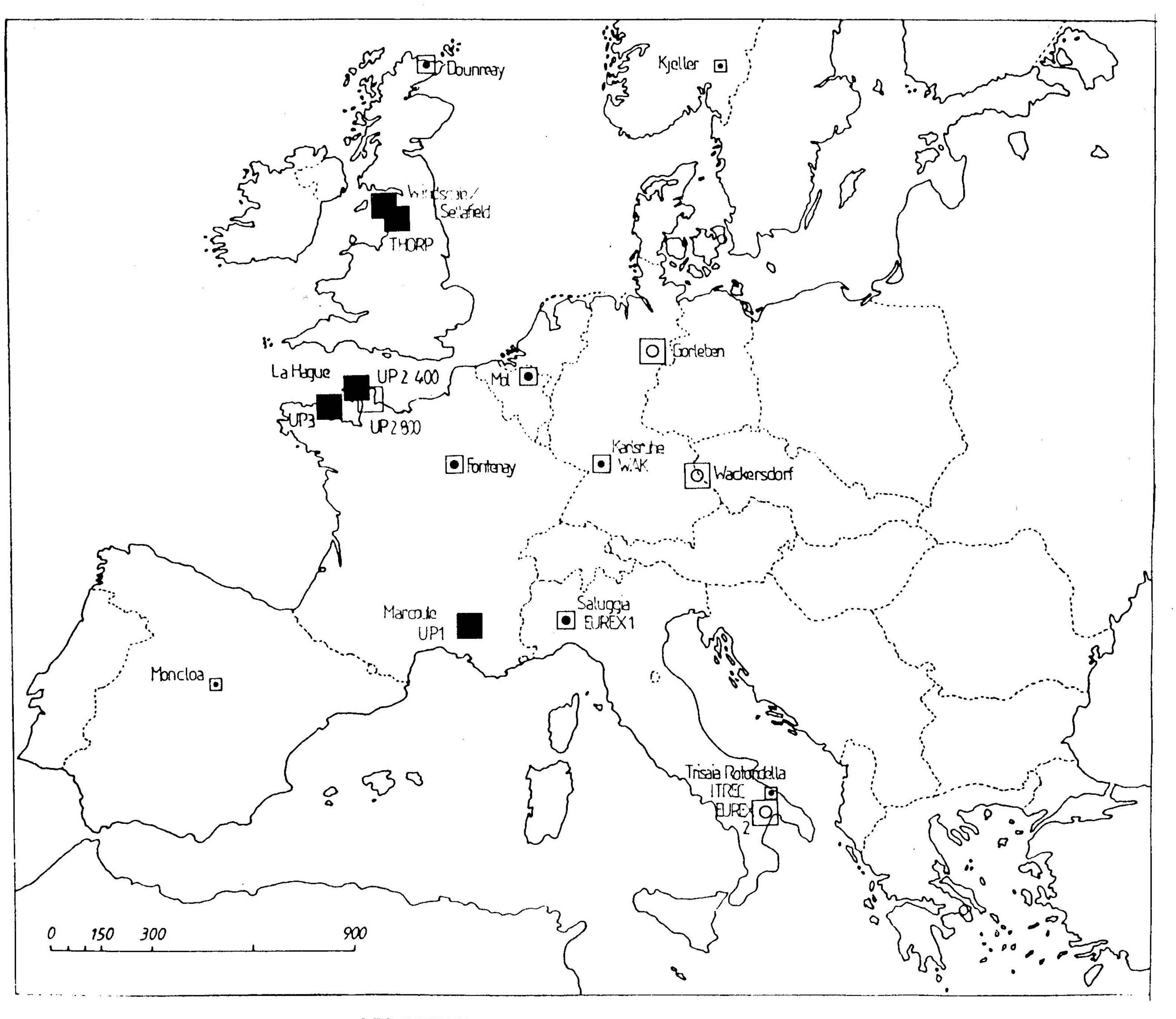
ANNEXE 8

Repères géographiques

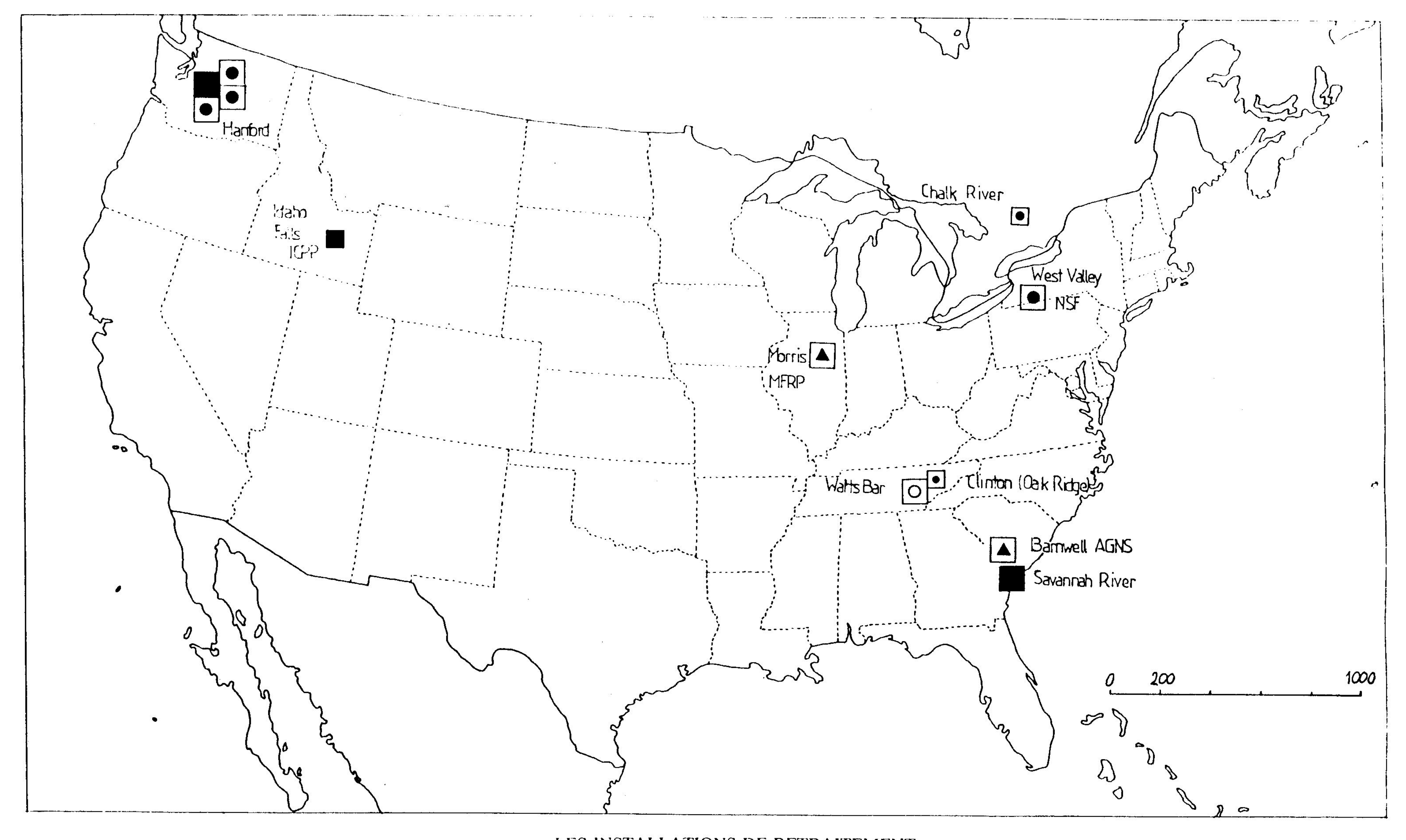
A. Carte des installations de retraitement en Europe.
B. Carte des installations de retraitement en Amérique du Nord.
C. Carte des installations de retraitement dans le monde.

Légende commune aux trois cartes:

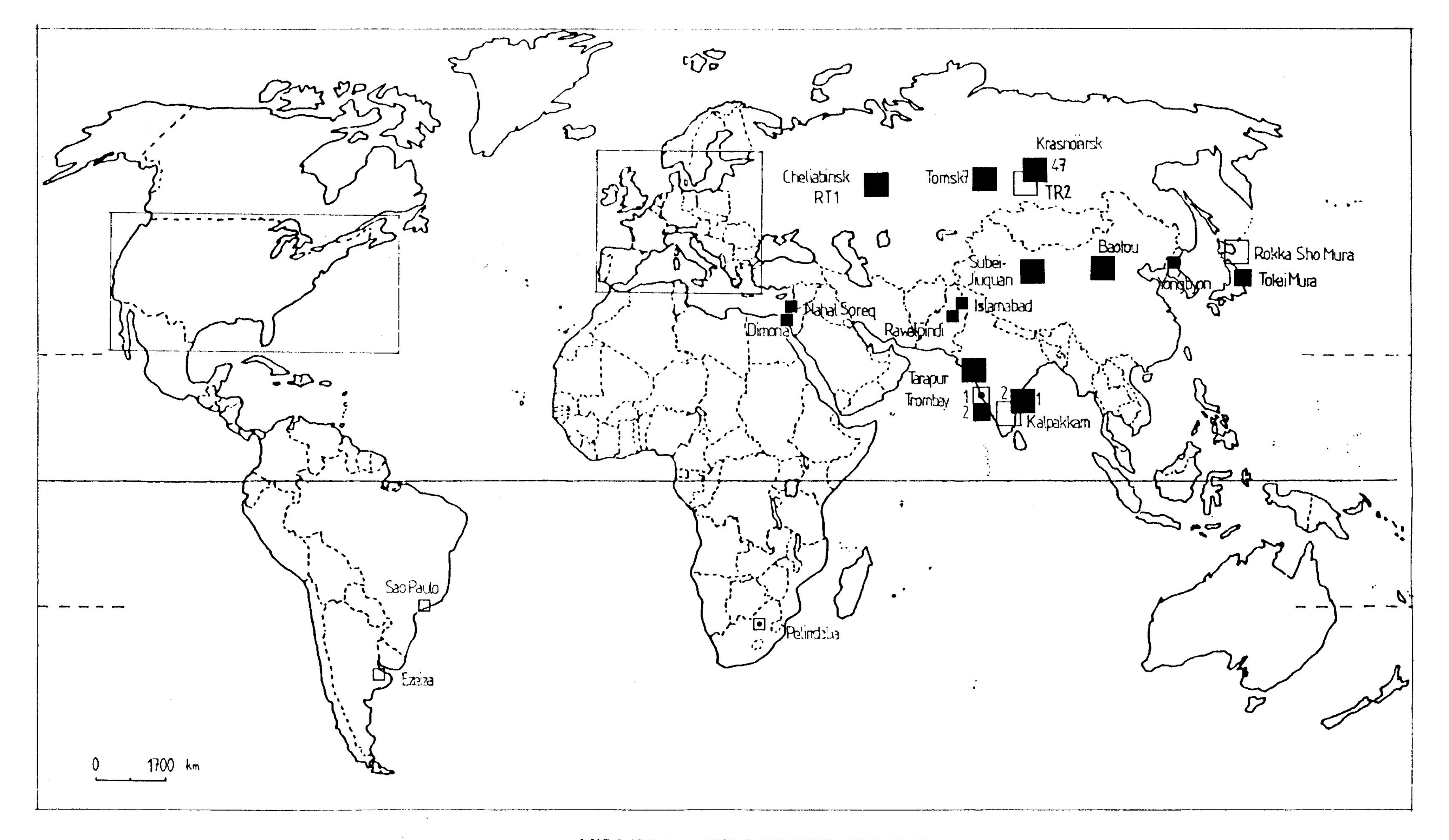
	LABORATOIRE DE RETRAITEMENT	PILOTE DE RETRAITEMENT	USINE DE RETRAITEMENT
EN FONCTION	[small filled square]	[medium filled square]	[large filled square]
EN PROJET	[small empty square]	[medium empty square]	[large empty square]
FERMÉ(E)	[small square with dot]	[medium square with filled circle]	[large square with filled circle]
NON REALISÉ(E)		[medium square with empty circle]	[large square with empty circle]
CONSTRUIT(E) MAIS JAMAIS MIS(E) EN SERVICE			[square with filled triangle]



LES INSTALLATIONS DE RETRAITEMENT EN EUROPE:
REALISATIONS ET PROJETS DE 1952 À 1994



LES INSTALLATIONS DE RETRAITEMENT
EN AMERIQUE DU NORD:
REALISATIONS ET PROJETS DE 1943 À 1994



LES INSTALLATIONS DE RETRAITEMENT
DANS LE RESTE DU MONDE

Table des figures et des illustrations hors-texte